



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO:

CO-ACCO “CONSTRUCCIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO A ETAPA 3, MUNICIPIO DE EL COPEY, DEPARTAMENTO DEL CESAR”

Medellín, enero de 2023

ÍNDICE DE REVISIONES

Índice revisión	Fecha modificación	Modificaciones
1	12-01-2023	Elaboración del documento
2		
3		
4		

Versión No.	1	2	3	4
Elaboró :	Ángely M. Góez			
	12-01-2023			
Revisó :	Mauricio Llano R.			
Aprobó:	Gloria Patricia Arbeláez			

CONTENIDO

GLOSARIO	5
CÓDIGOS Y NORMAS	8
0. DISEÑOS.....	9
0.1 AJUSTE GENERAL DE DISEÑOS, INCLUYE TRABAJO EN CAMPO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICO, DISEÑOS HIDRÁULICOS, GEOTÉCNICOS, ESTRUCTURALES Y OTROS QUE SE REQUIERAN.	9
1. PRELIMINARES.....	18
1.1. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON EQUIPO DE TOPOGRAFÍA PARA TUBERÍAS (ml) 18	
2. DEMOLICIONES	20
2.1. DEMOLICIÓN DE PLACA DE PAVIMENTO RÍGIDO INCLUYE TRANSPORTE.....	20
2.2. DEMOLICIÓN DE PLACA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN ANDENES INCLUYE TRANSPORTE.....	23
3. EXCAVACIONES	25
3.1. EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN. INCLUYE CARGUE Y RETIRO....	25
4. RELLENOS	28
4.1. RELLENO CON ARENA, COMPACTADA AL 70% DE LA DENSIDAD RELATIVA	28
4.2. RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.	34
4.3. RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA TIPO SUBBASE EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.	41
4.4. RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DEL SITIO EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.	48
5. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	55
5.1. – 5.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE 21 DE AGUA POTABLE. DIÁMETROS: 3”, 4”, 6”, 8”, 10”	55
6. ACCESORIOS.....	69
6.1. – 6.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE PVC. DIÁMETROS: 10”, 8”, 6”, 4”, 3”. 69	
6.6. – 6.9. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC. DIÁMETROS: 10”, 6”, 4”, 3”. 70	

6.10.	– 6.12. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CRUCETA DE PVC. DIÁMETROS: 6", 4", 3".	71
6.13.	– 6.14. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPÓN DE 4" PVC	72
6.15.	– 6.19. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES PVC DE: 10" A 8", 8" A 6", 6" A 4", 6" A 3", 4" A 3".	74
COMPUERTAS E HIDRANTES		75
6.20.	– 6.24. VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 3", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN. Diámetros: 3", 4", 6", 8", 10"	75
6.25.	HIDRANTE DE 3", INCLUYE ACCESORIOS DE CONEXIÓN Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	79
7. DOMICILIARIAS.....		85
7.1.	INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ACUEDUCTO 90 MM X 25 MM, CON COLLAR DE DERIVACIÓN DE PEAD PARA ACUEDUCTO. INCLUYE EXCAVACIÓN, RELLENO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 5M DE TUBERÍA PEAD, ACCESORIOS.....	85
8. PAVIMENTO RÍGIDO		90
8.1.	PAVIMENTO RÍGIDO DE 3500 PSI. ESP: 0,15 M	90
8.2.	JUNTAS DE DILATACIÓN.....	95
8.3.	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ANDENES. ESP: 0,07 CM	97
DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....		99

GLOSARIO

Accesorios. Elementos constitutivos de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, cruceas, reducciones etc.

Acometida. Derivación de la red de distribución que llega hasta el registro de corte de un usuario. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. (Ley 142 de 1994).

Agua potable. Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

Apique. Excavación simple y poco profunda con el fin de identificar las características del subsuelo.

Asentamiento. Hundimiento o descenso del nivel de una estructura debido a la consolidación y deformación del suelo o roca de cimentación.

Biopelículas. Estructuras heterogéneas compuestas principalmente por microorganismos y crecen en ambientes acuosos.

Brida. Es un accesorio para juntar dos tubos por medio de flanges y pernos.

Calibración. Consiste en la modificación de parámetros del modelo matemático de la red. Esta modificación se realiza con el fin de mejorar la semejanza entre el modelo hidráulico y la red existente en campo. La calibración proporciona las variables que mejoren el modelo tanto como sea posible.

Calidad de agua. Nivel de potabilidad del agua determinado por una serie de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Caudal. Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.

Caudal de diseño. Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Caudal de incendio. Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios.

Caudal específico de distribución. Caudal de distribución medio que se presenta o se estima en un área específica. Se define en términos de caudal por unidad de área o caudal por unidad de longitud de tubería de distribución instalada o proyectada en el área de diseño.

Circuito: Unidad Hidráulica que cuenta con alimentación de manera exclusiva e independiente. Funciona de manera independiente de los otros circuitos a través de válvulas de aislamiento permanente y discontinuidades en la red. Posee medición permanente.

Conducción. Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Conducto. Estructura hidráulica cerrada destinada al transporte de agua a presión.

Contaminación. Pérdida de calidad del agua debido a la adición de cualquier sustancia en

cantidad suficiente para que cause efectos dañinos mensurables sobre el medio ambiente.

Contracción. Reducción en el ancho de sección transversal de un ducto o accesorio.

Contraflujo. Fenómeno que se presenta cuando el flujo de agua viaja en la dirección contraria a su dirección normal de flujo debido a caídas de presión.

Diámetro nominal. Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, a pesar de que algunas veces su valor no coincida con el diámetro real interno.

Ducto. Canal de cualquier sección transversal que puede transportar agua a superficie libre o a presión.

Flujo a presión. Aquel transporte en el cual el agua ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

Fugas. Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

Georreferenciar. Acción de ubicar uno o varios puntos a partir de un grupo de puntos semejantes previamente localizados.

Golpe de ariete. Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien sea por el cierre rápido de una válvula o por el apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobre elevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

Gran consumidor. Es todo aquel cliente o suscriptor que durante seis meses continuos supere en consumo los 1000 m³ mensuales.

Hidrante. Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas para la extinción de incendios.

Lavado de tuberías. Acción de lavar internamente las tuberías de un sistema de acueducto con el fin de remover partículas depositadas y biopelículas.

Mantenimiento correctivo. Mantenimiento que se hace en algún componente del sistema de acueducto como reacción a una falla o daño.

Mantenimiento preventivo. Mantenimiento que se hace en algún componente del sistema de acueducto a partir de un programa previo, para evitar que el sistema presente una falla o daño.

Medición. Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

Presión máxima (P_{max}): Es la presión crítica a la que está sometida el diseño que puede ser la estática, dinámica o de transitorio.

Protocolo de pruebas. Serie de pruebas y mediciones de campo con el fin de comparar el comportamiento hidráulico de lo establecido en el diseño con lo construido en campo.

Red de conducción (Red primaria). Serie de tuberías que transportan el agua desde las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento y/o compensación, o entre tanques.

Red de distribución. Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

Red de distribución primaria (Red principal de distribución). Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques a las redes secundarias o redes locales, ésta no reparte agua en ruta.

Red secundaria de distribución (Red local). Parte de la red de distribución que se deriva de la red de distribución primaria o red principal de distribución a partir del punto donde se garantice cota de servicio, que distribuye el agua a los barrios y urbanizaciones de la ciudad y que puede repartir agua en ruta. También se define como el conjunto de tuberías del cual se derivan acometidas de los inmuebles.

Revestimiento. Aplicación sobre la superficie interna o externa de un material con el fin de protegerlo contra la corrosión, erosión, etc.

Sistemas de Acueducto. Conjunto de elementos y estructuras cuya función es el transporte, almacenamiento y entrega al usuario final, de agua potable con unos requerimientos mínimos de calidad, cantidad y presión.

Subcircuito. División del circuito que se configura para cumplir con los parámetros de presión máxima y mínima establecidos por la normatividad. El tamaño óptimo aceptado es de veinticinco (25) km de red, y un tamaño mínimo de cuatro (4) km de red. El subcircuito, cuenta con aislamiento permanente de los demás subcircuitos, con tuberías de entrada de suministro limitadas, identificables y que puedan monitorearse. El subcircuito cuenta con medición de caudal permanente, si su tamaño es mayor de veinte (20) km de red, y si tiene una longitud de red menos a veinte (20) km, la medición de caudal puede ser temporal.

Tubería. Ducto de sección circular para el transporte de agua.

Tubería flexible los materiales de tuberías que clasifican como flexibles son aquellos que derivan su capacidad de carga ante las cargas del terreno a partir de la interacción de la tubería flexible y del suelo circundante el cual trabaja por la deflexión de la tubería hasta el punto de equilibrio bajo carga.

Unión. Accesorio cuya función es conectar tuberías y accesorios entre sí, como parte de una red de agua potable.

Usuario. Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor (Ley 142 de 1994).

Válvula. Accesorio cuyo objetivo es regular y controlar el caudal y la presión de agua en una red de conducción y/o distribución de agua potable.

Válvulas de compuerta. Válvulas utilizadas para el cierre o apertura de tramos de tuberías en las redes de distribución secundaria. No se utilizan en las redes de distribución primaria, salida o entrada de tanques, descargues de tuberías o tanques.

Válvulas reguladoras de presión. Válvulas utilizadas para regular o reducir presión en la red de distribución primaria o secundaria.

Válvulas ventosas. Válvulas utilizadas para admisión y expulsión de aire en los procesos vaciado y llenado de tuberías.

Zona muerta. Punto de una red de distribución en el cual se presentan velocidades muy bajas o nulas.

CÓDIGOS Y NORMAS

El CONTRATISTA tendrá la responsabilidad de cumplir con los requerimientos de estas especificaciones técnicas generales, de las especificaciones particulares y de las normas y códigos nacionales e internacionales aplicables. A continuación, se relacionan algunas de las normas generales aplicables para los trabajos, las cuales deben ser seguidas y correctamente aplicadas por parte del CONTRATISTA.

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC
- Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes – NSR-10
- International Standard Organización – ISO
- American Society for Testing and Materials – ASTM
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte – MOPT
- Norma Técnica Colombiana – NTC
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS – 2000
- Especificaciones generales de Construcción de Carreteras – INVIAS
- American Water Works Association – AWWA

Todas las actividades aquí presentes estarán siempre regidas y respaldadas por normatividad vigente. En caso de encontrar ambigüedades o inconsistencias entre algunas de estas o con esta especificación, se debe seguir la más rigurosa o segura, o la que sea más adecuada para atender un mayor riesgo o esfuerzo. De cualquier manera, para definir cualquier inconsistencia y antes de proceder se debe obtener aprobación escrita de INTERVENTORÍA o EL MUNICIPIO.

0. DISEÑOS

0.1 AJUSTE GENERAL DE DISEÑOS, INCLUYE TRABAJO EN CAMPO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICO, DISEÑOS HIDRÁULICOS, GEOTÉCNICOS, ESTRUCTURALES Y OTROS QUE SE REQUIERAN.

A. Unidad de medida: Global [GL]

B. Alcance: Esta especificación tiene como propósito establecer los requisitos que se deben cumplir para la realización de las actividades de ajuste de diseños, lo que incluye trabajo en campo para levantamientos topográficos, escaneos de otras redes existentes, diseños hidráulicos, geotécnicos, estructurales y demás actividades que se requieran para garantizar la entrega de diseños integral que proporcionen información necesaria y suficiente para la correcta construcción de la red de distribución.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: El ajuste general de diseños contempla la elaboración de planos con detalles, memorias de cálculo y especificaciones para el sistema integral de distribución de agua potable para el municipio de El Copey.

C.2. Disposiciones generales: Toda acción relacionada con el diseño del sistema de distribución debe seguir los criterios básicos, los aspectos específicos y los requisitos mínimos que debe cumplir el diseño de las redes de distribución, con el fin de garantizar la seguridad, la confiabilidad, la durabilidad, la funcionalidad, la calidad del agua, la eficiencia, la sostenibilidad y la redundancia del sistema.

A continuación, se describen las disposiciones generales para la revisión y complementación de estudios previos existentes, las condiciones generales, los parámetros de diseño, el diseño hidráulico de las redes y accesorios. También se incluyen aquellos aspectos que desde el diseño tengan influencia sobre los procesos de construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de todas las estructuras y accesorios que conforman la red de distribución.

C.2.1. Revisión y complementación de estudios previos

Durante la concepción del proyecto de diseño de las redes de distribución y sus variantes deben definirse los criterios técnicos y económicos que permitan comparar todas las alternativas posibles para la red de distribución a partir de los datos de campo, de los datos geológicos y de los datos de

consumo de la población que será abastecida por el proyecto objeto del diseño.

La revisión y complementación de estudios debe contar con todas las estructuras y facilidades necesarias para garantizar que la calidad de agua que llega a los clientes cumpla con el Artículo 35, Decreto Nacional 1575 de 2007, de los Ministerios de Vivienda y Medio Ambiente y de Salud y Protección Social, por el cual se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable o aquel que lo reemplace. Además, debe proveer suficiente agua para cubrir todos los tipos de uso incluyendo el caudal contra incendios en cualquier punto de la red.

Esta actividad debe contener la revisión de los siguientes aspectos:

- Caudales actuales y futuros para el correcto dimensionamiento de la red de distribución.
- Delimitación clara de los circuitos hidráulicos en que se va a dividir la red de distribución, estableciendo las diferentes zonas de presión y definiendo la presión de entrada óptima a cada subcircuito.
- El trazado de los conductos principales y secundarios de la red, incluyendo la forma de aislamiento de los diferentes circuitos de la red con el fin de llevar a cabo operaciones de reparación y/o mantenimiento.
- Dimensionamiento de cada una de las tuberías de la red, estableciendo su diámetro interno real y su rugosidad absoluta.
- Optimización del diseño de la red de distribución, incluyendo el análisis de costo mínimo y la optimización económica de los diámetros que conforman la red de distribución.

Para el proceso de diseño deben identificarse las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia de la red de distribución que se va a desarrollar, tales como calles, avenidas, puentes, vías de metro y ferrocarril, líneas de transmisión de energía eléctrica, sistemas de alcantarillado y cualquier otra obra de importancia.

El diseñador debe conocer todos los aspectos generales de la zona del municipio que va a ser abastecida por la red de distribución objeto del diseño. En general, debe conocer los regímenes de propiedad y los usos generales de la zona, así como los requisitos básicos sobre tipos de usuarios y los usos del agua que va a ser suministrada. Con el fin de establecer concretamente los aspectos generales de la zona objeto del diseño, el diseñador debe conocer toda la información planimétrica existente que provea EL MUNICIPIO.

- **Estudios topográficos**

Para propósitos de diseño, el diseñador debe recopilar entre otra, la siguiente información topográfica:

- Planos Aero fotogramétricos de la zona del municipio donde va a diseñarse, construirse o ampliarse la red de distribución.
- Planos de catastro que incluya las obras de infraestructura existente de la zona del municipio objeto del diseño.
- Fotografías aéreas existentes para la zona del municipio objeto del diseño, que incluyan claramente la zona donde va a diseñarse, construirse o ampliarse la red de distribución.
- Los planos de catastro o inventario de las redes existentes de distribución de agua potable que tengan relación con la red objeto del diseño. En particular debe tenerse en cuenta la localización de las redes de conducciones y/o los tanques de almacenamiento y/o compensación desde los cuales se alimentará la red de distribución. Esto con el fin de tener conocimiento del sistema completo.
- El levantamiento topográfico planimétrico de la zona del municipio objeto del diseño. En aquellos casos en que existan planos, se recomienda hacer levantamientos reales en campo, con propósitos de verificación.

- **Escaneo y levantamiento de otras redes existentes**

Con el fin de facilitar el replanteamiento y ajuste de diseño de las redes de distribución, se requiere el escaneo y levantamiento de otras las redes existentes tales como redes eléctricas, tuberías principales de red de gas, colectores del sistema de alcantarillado, instalaciones aeroportuarias, etc. Dicha actividad puede ser realizada con la documentación existente por parte del Municipio y las empresas prestadoras de servicios de energía, gas, alcantarillado, entre otras.

- **Condiciones geológicas**

El diseñador debe conocer todas las condiciones geológicas y las características del subsuelo en las zonas de trazado de la red de distribución. Mediante el uso de planos geológicos, deben identificarse las zonas de falla, de deslizamiento, de inundación y en general todas las zonas que presenten algún problema causado por aspectos geológicos, a partir de los planos de microzonificación sísmica existentes. Se deben evitar alternativas de trazado que crucen zonas claramente identificadas como zonas de deslizamiento para las redes de distribución.

El especialista en la materia debe conocer específicamente el nivel de amenaza sísmica de la zona por donde cruzará la red de distribución. En particular debe tenerse en cuenta lo establecido en el reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR-10, o la normatividad vigente, con respecto a los niveles de amenaza sísmica.

El diseñador debe basarse en los estudios de suelos y geotécnicos que efectúen los especialistas en la materia y determinar las obras que sean necesarias para garantizar la estabilidad de las redes.

- **Estudios de suelos**

En todos los casos se debe considerar el concepto de un especialista en Geotecnia con la experiencia establecida en el RAS, que indique aquellos estudios que se requieren para el proyecto de acueducto y/o alcantarillado, acorde con lo establecido en los Títulos A, y G, del RAS 2000, o aquel que lo remplace.

El estudio geotécnico debe considerar los siguientes aspectos adicionales:

- Estudios para determinar las propiedades corrosivas de los suelos alrededor del trazado de la red de distribución.
- Para una tubería de material y tipo de unión determinados, para ser utilizados en la red de distribución, se debe establecer la máxima deformación en las juntas, causada por movimiento del suelo, que puede resistir la tubería.
- Se debe cumplir lo establecido en la resolución 1096 de noviembre 17 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico, en su artículo 192, "Consideraciones sísmicas de los diseños geotécnicos". Cuando existan estudios particulares de zonificación sísmica deben emplearse los espectros de diseño recomendados según los mapas de microzonificación respectivos, además de los requerimientos especiales de diseño sísmico que se establecen para cada zona en particular. De lo contrario se deben adoptar las consideraciones sísmicas estipuladas en el literal H.4.3.2.1 de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR-10 – Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen, específicamente lo referente a excavaciones no permanentes, propias de las labores de instalación de tuberías.

- El diseñador puede realizar apiques para conocer las condiciones y características del suelo cuando no se tenga una previa información sobre éste

- **Calidad del agua**

Antes de realizar el rediseño de la red de distribución, el diseñador debe conocer las características de calidad del agua que se va a transportar y su evolución desde la salida de los tanques de almacenamiento y/o compensación hasta su llegada al punto de entrega. Se debe recopilar la información existente en la empresa prestadora del servicio de acueducto sobre las características de calidad del agua.

C.2.2 Condiciones generales para las redes de distribución

Para el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las redes de distribución, el diseñador debe identificar las alternativas de distribución de agua, por gravedad, por bombeo y mixtas, teniendo en cuenta un análisis de costo mínimo. Además, el diseño debe tener en cuenta las siguientes condiciones generales:

Hasta donde sea posible el diseño de las redes de distribución debe tener como objetivo el que ésta se instale en terrenos de propiedad pública, evitando interferencias con complejos industriales, vías de tráfico intenso, redes eléctricas, tuberías principales de red de gas, colectores del sistema de alcantarillado, instalaciones aeroportuarias, etc.

Para la instalación de tuberías nuevas con diámetros mayores que 300 mm, deben evitarse vías públicas con tráfico intenso y con una dificultad de manejo de tráfico durante la ejecución de las obras.

El diseñador debe evitar la colocación de redes de distribución en aquellas zonas que tengan riesgo de inundaciones periódicas, salvo cuando sea imprescindible ubicar algún conducto principal por zonas de tales características.

El trazado definitivo de la red de distribución debe evitar, hasta donde sea posible, la presencia de puntos muertos en la red debido a los problemas de calidad de agua que dichos puntos causan. Para esto, desde el diseño debe tenerse en cuenta estos puntos.

La red de distribución de agua potable debe proyectarse de tal forma que se asegure en todo momento el suministro directo y adecuado de agua potable al ciento por ciento de la población dentro del área de cobertura, con una presión suficiente y continua en todo el sistema.

Para el diseño deben considerarse los siguientes tipos de ocupación del suelo en la definición de las áreas específicas por abastecer:

- a. Áreas residenciales
- b. Áreas comerciales
- c. Áreas industriales
- d. Áreas oficiales
- e. Áreas verdes o parques
- f. Áreas mixtas
- g. Áreas especiales

Para la definición de los caudales de la red de distribución de agua potable, el diseño debe tener en cuenta aquellos consumidores individuales considerados como grandes consumidores y aquellos puntos que sean importantes para la protección contra incendios.

Todo diseño de una red de distribución de agua potable debe subdividirse en cuantas zonas de presión sean necesarias para cumplir con las condiciones de presión máxima y presión mínima en todos los puntos de la red. El establecimiento de las zonas de presión se hace con el fin de obtener la máxima uniformidad en la superficie de gradiente hidráulico o superficie piezométrica entre los tanques o estaciones de bombeo y los puntos de mínima presión de la red. La división en zonas de presión se debe hacer mediante válvulas reguladoras de presión.

El diseño de la red de distribución debe considerar la división de ésta en circuitos y subcircuitos de presión, mediante el uso de válvulas reguladoras de presión, cuando se requiera un quiebre de presión, o mediante válvulas de corte o cierre. La sectorización del servicio debe buscar los siguientes objetivos:

- Controlar fugas en las zonas de presión, disminuyendo el riesgo de rotura de las tuberías y disminuyendo el caudal de fuga por goteos no localizables.
 - Controlar la presión en las diferentes zonas de la red de distribución.
 - Facilitar las labores de mantenimiento preventivo programado en la red de distribución, facilitando el aislamiento de los diferentes circuitos y subcircuitos.
 - Controlar el índice de agua no contabilizada, permitiendo la realización de balances de agua en los diferentes circuitos y subcircuitos.
 - Optimizar la operación del servicio, uniformizando la presión para todos los clientes dentro de la red de distribución
- **Protección contra la contaminación**

El diseño debe considerar la protección contra la contaminación. El diseño debe tener especial cuidado con la posible contaminación de las aguas tratadas que se mueven a lo largo de la red de distribución. En general, las

tuberías de las redes de distribución son poco vulnerables a la contaminación que se encuentra en los suelos que rodean la tubería, desde los tanques de almacenamiento y/o compensación hasta los puntos de entrega. En caso de que la red de distribución cruce terrenos que pudiesen causar contaminación del agua tratada, el material de la tubería debe ser invulnerable al tipo de contaminante específico. En caso contrario, la tubería debe protegerse en su exterior, para evitar posibles problemas de infiltración hacia la tubería, ya sea por corrosión o por permeabilidad de la pared a ciertos contaminantes. El diseño debe tener especial cuidado en aquellas tuberías cercanas a estaciones distribuidoras de gasolina.

- **Vulnerabilidad de deformación la red de distribución**

La red de distribución es vulnerable a la deformación del suelo causada por problemas geotécnicos, geológicos y/o topográficos. El diseño debe establecer el nivel de vulnerabilidad. En caso de que por razones geológicas, topográficas, sísmicas o cualquier otro tipo de factor se considere que la red de distribución tiene una alta vulnerabilidad, el diseño debe tener en cuenta que la red sea fácil y rápida de reparar en caso de daños. El diseño también debe poner especial cuidado en la división de la red en circuitos y en la facilidad del aislamiento de éstos. Con el fin de disminuir la vulnerabilidad frente a fenómenos sísmicos, los materiales de tuberías y de sus accesorios, especialmente las uniones, deben estar diseñados para soportar los esfuerzos de tensión y corte generados por el sismo de diseño, aplicables al municipio.

C.2.3. Parámetros de diseño

El diseño debe revisar y complementar los siguientes parámetros de diseño:

- Período de diseño
- Caudal de diseño
- Pérdidas de agua en la red de distribución
- Calidad de agua en la red de distribución
- Deflexión de las tuberías de la red de distribución
- Materiales para las tuberías de la red de distribución
- Presiones en la red de distribución
- Diámetros de las tuberías en la red de distribución
- Velocidades en las tuberías de la red de distribución
- Velocidades para remoción de biopelículas
- Pendientes en las tuberías de la red de distribución
- Profundidad de instalación de las tuberías a cota clave

C.2.4. Diseño de las redes de distribución

El cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable debe hacerse tanto para las condiciones iniciales o actuales de consumo, como para las

condiciones de consumo correspondientes al período de diseño de la red. Igualmente, el diseño debe hacer el cálculo hidráulico tanto para flujo permanente como para condiciones de período extendido que cubran los diferentes días de la semana con sus curvas de consumo particulares. El diseño de una red de distribución nueva o la ampliación a una red de distribución existente incluye no solamente el cálculo del diámetro de la tubería, sino también un análisis hidráulico de su posible interacción con la red de distribución existente.

El diseño debe incluir los siguientes cálculos, modelados y análisis:

- Modelo hidráulico de la red y estructuración
- Cálculo de caudales por nudo
- Cálculo hidráulico de tuberías simples
- Calidad de agua
- Recubrimiento y protección de tuberías
- Análisis de puntos muertos en la red de distribución
- Comprobación de diseño bajo diferentes condiciones de operación
- Protocolo de pruebas dado por el diseñador
- Dimensionamiento estructural de las tuberías
- Localización y nivelación de las tuberías de la red de distribución
- Análisis de interferencias
- Análisis de condiciones de instalación de las tuberías
- Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos
- Especificación de riesgos de contraflujos

C.2.5 Plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito y plan de calidad

Dentro de los ajustes de diseño, EL CONTRATISTA se compromete al reajuste y complementación de los siguientes planes, con el fin de garantizar la correcta ejecución de las actividades:

- Plan de manejo ambiental
- Plan de manejo social
- Plan de manejo de tránsito
- Plan de gestión de calidad

C.2.6 Otros entregables

Además, el diseño debe contemplar otros entregables que desde el diseño tengan influencia sobre los procesos de construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de todas las estructuras y accesorios que conforman la red de distribución. Los cuales se describen a continuación:

- **Protocolo de pruebas para puesta en marcha.**

Una vez que la red de distribución diseñada ha finalizado su período de construcción, se deben hacer las siguientes pruebas descritas. Estas pruebas deben estar de acuerdo con el protocolo de pruebas establecido por el diseñador de la red de distribución:

- Presiones en la red de distribución
- Desinfección de la red de distribución
- Golpe de ariete
- Verificación de Válvulas
- Verificación de Hidrantes
- Verificación de Acometidas

- **Aspectos de la operación de redes de distribución**

Los puntos de verificación de presiones en la red, deben ser definidos desde la etapa de diseño, cumpliendo con lo establecido en el RAS vigente, y en especial con lo establecido en la Resolución 1096 del 17 de diciembre de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico en su Artículo 199 “Operación: Los procedimientos y medidas pertinentes a la operación continua y permanente de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico deben seguir los requerimientos establecidos en los planos de construcción y los manuales de operación que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las entidades prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes, con el fin de brindar a los clientes el respectivo servicio con los patrones de calidad y continuidad exigidos por el presente reglamento técnico. Parágrafo 1: Presiones en la red: Una vez que la red de distribución, o su ampliación, entre en operación, y durante todo el período de vida útil del proyecto, deben verificarse las presiones en diferentes puntos de la red, teniendo en cuenta los manuales de operación y mantenimiento”.

Los planes de medición de presiones establecidos por el diseñador deben incluir los puntos de medición, los aparatos de medición y la precisión de estos. Es recomendable que, desde la etapa de diseño, se incluya la instalación de medidas telemétricas de presión de agua en la red, con el fin de conocer en tiempo real la hidráulica en todo el sistema de distribución de agua potable.

- **Aspectos del mantenimiento de redes de distribución**

El diseño debe considerar las rutinas de mantenimiento desde la época de concepción del proyecto. El diseñador deberá hacer énfasis en puntos críticos del proyecto que deban ser tenidos en cuenta de forma especial en los planes de mantenimiento.

- **Planos AS-BUILT**

Una vez concluida la obra o proyecto EL CONTRATISTA en compañía del diseñador debe entregar la correspondiente documentación As-Built. En ella deberá informar con detalle del resultado, los tiempos de ejecución, las instalaciones realizadas, los materiales empleados y sus referencias. Además, deberá entregar las modificaciones sobre planos actualizadas. Dicha documentación es un requisito indispensable en la liquidación de un contrato. INTERVENTORÍA en conjunto con EL CONTRATISTA deberán verificar siempre que las modificaciones de los planos de obra se han actualizado antes de emitir la documentación As-Built definitiva.

A. Forma de pago: Se pagará como actividad global [GL] de acuerdo con las especificaciones aquí descritas y autorizadas por INTERVENTORÍA.

1. PRELIMINARES

1.1. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON EQUIPO DE TOPOGRAFÍA PARA TUBERÍAS (ml)

B. Unidad de medida: Metro lineal [ml]

C. Alcance: Esta especificación tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para la realización de las actividades de localización, trazado y replanteo de las obras a ejecutar.

D. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Las actividades de localización, trazado y replanteo, se realizan previo al inicio de cualquier obra a ejecutar, y comprende actividades de ubicación y referenciación, en planta y perfil de redes de acueducto, válvulas, hidrantes, y en general, de cualquier obra civil que se vaya a desarrollar en un proyecto determinado. Las actividades de localización, trazado y replanteo, consiste en definir la ubicación exacta de la obra a construir en el terreno, de acuerdo con la topografía suministrada por EL CONTRATISTA. La localización la hará la comisión de topografía de que hace parte del equipo del CONTRATISTA, los puntos serán verificados por INTERVENTORÍA para el replanteo posterior.

C.2. Disposiciones generales: Se debe realizar la localización, trazado y replanteo del proyecto en el terreno de las obras a ejecutar, a partir de la información contenida en los planos de detalle y basándose en las directrices entregadas por interventoría, mediante elementos de referencia o amarre claramente visibles en la zona intervenida, como, por ejemplo: BM (banco de marca), estacas, cintas, marcaciones y mojones, los cuales deben ser

repuestos en el tiempo que interventoría lo estipule en caso de sufrir deterioro. Las coordenadas y cotas de los elementos de referencia deben ser entregadas a interventoría previo al inicio de los trabajos acompañada de toda la información topográfica que se genere durante la ejecución de las obras.

Se debe realizar un levantamiento topográfico de todos los elementos que se construirán usando equipos de precisión.

Se debe verificar la ubicación de la zona a intervenir en el terreno, de manera que los puntos de referencia o amarre, tanto en el plano horizontal como vertical, estén ubicados de acuerdo con lo especificado en los planos. Adicionalmente, la interventoría debe verificar y aprobar el replanteo de las

obras previo al inicio de la construcción, lo anterior incluye: ejes, cotas de referencia, linderos con predios de manera que no se interfieran o invadan otros predios, niveles de rasantes y claves de tuberías, evaluación de movimientos de tierra, y en general, la geometría requerida para las obras

debe quedar plasmada en el terreno según las indicaciones de los planos y los diseños del proyecto.

En caso de hallar diferencias con lo indicado en los planos, al realizar la revisión de medidas y cotas existentes, se debe informar a la interventoría y proceder a hacer las correcciones pertinentes antes del inicio de las obras.

Todos los elementos de referencia que se instalen en el terreno (BM, estacas o ejes de referencia) se deben ubicar en zonas estables, que no interfieran con las actividades de construcción de la obra o que impliquen su destrucción.

Estas actividades deben estar a cargo de personal aprobado por INTERVENTORÍA y deben cumplir con los aspectos ambientales y de seguridad, así como con los requisitos estipulados en Las condiciones generales y particulares del proyecto.

En la obra se debe disponer, en los términos que estipule INTERVENTORÍA, del equipo y los personales apropiados para realizar esta actividad cuando se requiera y verificar periódicamente las medidas y cotas para ajustarse al proyecto, cuantas veces sea necesario.

E. Materiales: Estacas, pintura.

F. Forma de pago: Se medirá y se pagará por metros lineal [ml] en proyección total del área de las obras de acuerdo con las especificaciones aquí descritas y autorizadas por INTERVENTORÍA.

2. DEMOLICIONES

2.1. DEMOLICIÓN DE PLACA DE PAVIMENTO RÍGIDO INCLUYE TRANSPORTE

A. Unidad de medida: Metro cuadrado [m²]

B. Alcance: Comprende la demolición total o parcial de concreto ciclópeo, simple o reforzado, en estructuras de pavimento rígido que indiquen los documentos del proyecto. Incluye además la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el interventor.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Comprende el corte del pavimento rígido existente, la demolición de la placa de concreto y su enchape, el cordón perimetral (llave), la demolición de cualquier otra irregularidad que tenga el pavimento rígido, el retiro del recebo, el entresuelo y cualquier elemento embebido que tenga un valor de mercado.

El pavimento rígido, independientemente de su composición, debe cortarse según los límites definidos para la excavación. Dichos límites solo pueden ser excedidos con autorización de Interventoría, y cuando existan razones técnicas para ello.

C.2. Disposiciones generales: Previo a la demolición del concreto, se debe realizar un registro fotográfico y fílmico del estado de las estructuras vecinas que puedan verse afectadas por esta actividad. Si se prevé la desestabilización del terreno o de las estructuras vecinas a la demolición, se debe notificar por escrito a Interventoría, con el fin de establecer el procedimiento a seguir, teniendo en cuenta las recomendaciones de especialistas en estructuras y en geotecnia.

El CONTRATISTA no podrá iniciar la demolición de ningún elemento sin la previa autorización de la interventoría y la previa revisión al procedimiento propuesto para adelantar el trabajo. La demolición debe limitarse a las dimensiones mínimas necesarias para la ejecución de los trabajos, dentro de los límites definidos por Interventoría.

El CONTRATISTA deberá suministrar todo el equipo, materiales y mano de obra necesarios para la demolición de estructuras de concreto y mampostería, el transporte y la correcta disposición de los materiales resultantes de dicha operación en los sitios asignados. Luego de las actividades ejecutadas deberá presentar un reporte de las estructuras

demolidas indicando las áreas demolidas y las zonas de disposición de los mismos.

El CONTRATISTA debe ejecutar los trabajos de tal forma que no cause daños a las estructuras, servicios públicos o propiedades de particulares. Por el incumplimiento de lo anterior, INTERVENTORÍA puede ordenar la modificación del procedimiento utilizado o la suspensión de los trabajos respectivos. El CONTRATISTA será responsable de los costos en que se incurra por la recuperación de las obras afectadas.

El CONTRATISTA debe proteger todas las estructuras vecinas y construir a su costo, las defensas necesarias para asegurar su estabilidad y protección. Si las estructuras a demoler incluyen redes hidráulicas, estas deben ser removidas y las zanjas resultantes rellenadas con material adecuado, previamente aprobado por INTERVENTORÍA (Ver especificaciones técnicas de relleno). La demolición debe realizarse delimitando, rompiendo y fragmentando los elementos, de acuerdo al tipo de material, con el fin de facilitar su remoción. El concreto debe demolerse fragmentándolo en pedazos no superiores a diez 10 centímetros de lado.

Los materiales provenientes de esta actividad, que a juicio de INTERVENTORÍA sean aptos para rellenar, emparejar o ser reutilizados, deberán ser apilados, almacenados o trasladados a los sitios establecidos por el CONTRATISTA y aprobados por INTERVENTORÍA.

Cuando se deba demoler parcialmente un elemento, los trabajos se efectuarán de tal modo que se minimice el daño que se pueda causar a la parte de la estructura que se va a seguir utilizando. Los bordes de la parte utilizable de la estructura deberán quedar libres de fragmentos sueltos. Si como resultado de un descuido en las operaciones con cualquier método empleado, el CONTRATISTA daña una estructura, afloja o altera el suelo de cimentación de estructuras existentes o futuras, INTERVENTORÍA podrá ordenarle remover los materiales inadecuados para fundaciones y la construcción del correspondiente relleno en material seleccionado compactado y, si es el caso, la reconstrucción de la estructura dañada, sin que por este motivo le sea reconocida al CONTRATISTA compensación alguna.

En el caso de que el CONTRATISTA efectúe demoliciones en estructuras más allá de los límites indicados en los planos y/o fijados por el proyecto, aquél estará obligado a reconstruir a sus expensas la parte demolida en exceso de lo prescrito u ordenado. Cuando se proyecte construir una estructura en el mismo sitio de otra que debe demolerse y, por causas no imputables al CONTRATISTA, no sea apropiado el piso de cimentación a juicio de INTERVENTORÍA, se procederá a excavar el material inadecuado y a construir un relleno en material seleccionado compactado. Estas

operaciones, se tratarán de acuerdo con lo previsto en las especificaciones de Rellenos (Ver especificaciones técnicas de relleno).

En caso de que durante la ejecución de las obras sean encontradas ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, u otros objetos de interés arqueológico, o minerales de interés comercial o científico, se deben suspender de forma inmediata las demoliciones en el sitio del descubrimiento, y se debe notificar a Interventoría, quien debe avisar a la autoridad que tenga a cargo la responsabilidad de investigar y evaluar dichos hallazgos.

Cuando la investigación y evaluación de los hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, retrase el avance de la obra, se deben efectuar los ajustes pertinentes en el programa de trabajo.

GERENCIA se reserva el derecho de propiedad sobre los materiales con valor de mercado que resulten de las demoliciones, y puede exigir la reutilización o el transporte de ellos hasta el sitio que determine GERENCIA. Estos materiales deben retirarse o desmontarse y almacenarse con especial cuidado, para evitar daños que impidan su empleo posterior.

Para las estructuras metálicas existentes, que por su sistema constructivo de uniones pernadas puedan ser desmanteladas, se procederá al desensamblaje de sus miembros; las estructuras que sean soldadas podrán cortarse mediante soplete de acetileno y ser entregadas en el sitio indicado.

Adicionalmente, se deben tomar las siguientes precauciones:

- La sección por demoler debe tener el mismo ancho de la zanja que lo atraviesa.
- En la medida en que avance la excavación de la zanja, se debe colocar el entibado requerido, de acuerdo con lo estipulado en la Norma de Construcción, NC-MN-OC03-02 “Estructuras temporales de contención”.

Se debe utilizar el equipo y herramienta adecuado para esta actividad, preferiblemente rompe pavimentos o martillos percutores. En condiciones especiales, con previa autorización de Interventoría, pueden ser utilizados métodos alternos.

D. Materiales: No aplica.

E. Forma de pago: Se medirá y se pagará por metros cuadrados [m²] en proyección total del área de las obras de acuerdo con las especificaciones aquí descritas y autorizadas por la interventoría. El precio unitario incluye todos los costos asociados a los equipos, materiales, herramientas y mano de obra, cargue en volquetas para su transporte, descargue en el sitio de

disposición final y demás que sean necesarios para realizar en su totalidad estos trabajos de demolición.

2.2. DEMOLICIÓN DE PLACA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN ANDENES INCLUYE TRANSPORTE

A. Unidad de medida: Metro cuadrado [m²]

F. Alcance: Incluye la demolición de las diferentes partes del andén con su respectivo entresuelo, en los sitios requeridos para la ejecución de la obra. Incluye además la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición.

B. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Comprende el corte del andén existente, la demolición de la placa de concreto y su enchape, el cordón perimetral (llave), la demolición de escaleras, rampas o cualquier otra irregularidad que tenga el andén, el retiro del recebo, el entresuelo y las tapas de contadores del acueducto, incluido el marco, y cualquier elemento que tenga un valor de mercado.

El andén, independientemente de su material, debe cortarse según los límites definidos para la excavación. Dichos límites solo pueden ser excedidos con autorización de Interventoría, y cuando existan razones técnicas para ello.

C.2. Disposiciones generales:

La demolición debe limitarse a las dimensiones mínimas necesarias para la ejecución de los trabajos, dentro de los límites definidos por Interventoría

En caso de que durante la ejecución de las obras sean encontradas ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, u otros objetos de interés arqueológico, o minerales de interés comercial o científico, se deben suspender de forma inmediata las demoliciones en el sitio del descubrimiento, y se debe notificar a Interventoría, quien debe avisar a la autoridad que tenga a cargo la responsabilidad de investigar y evaluar dichos hallazgos.

Cuando la investigación y evaluación de los hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, retrase el avance de la obra, se deben efectuar los ajustes pertinentes en el programa de trabajo.

GERENCIA se reserva el derecho de propiedad sobre los materiales con valor de mercado que resulten de las demoliciones, y puede exigir la reutilización o el transporte de ellos hasta el sitio que determine GERENCIA. Estos materiales deben retirarse o desmontarse y almacenarse con especial cuidado, para evitar daños que impidan su empleo posterior.

El corte de los andenes debe realizarse según las siguientes condiciones:

- El corte debe hacerse según líneas rectas y figuras geométricas definidas.
- La superficie del corte debe quedar vertical.
- Se debe utilizar equipo especial de corte que no genere altas vibraciones que puedan afectar los predios vecinos o áreas de andén no especificadas para la demolición. Este equipo debe ser probado previamente por Interventoría, con sierra mecánica pulidora para la junta del andén con la fachada
- No se permite el corte con rompe-pavimentos, martillo percutor neumático, hidráulico o similar, barra y cincel; en casos especiales, debe contarse previamente con la autorización de Interventoría, de lo contrario la reparación total del andén y/o las reparaciones que sean necesarias para garantizar un adecuado acabado no es asumida por GERENCIA.
- El andén que esté por fuera de los límites del corte especificado, y sufra daño a causa de procedimientos de corte inadecuados, debe ser reconstruido y su costo es asumido por el CONTRATISTA.

Si Interventoría solicita la reutilización del material de entresuelo y el recebo, se debe trabajar con especial cuidado para no mezclarlos con los demás materiales y se deben almacenar adecuadamente.

C. Materiales: No aplica.

D. Forma de pago: Se medirá y se pagará por metros cuadrados (m²) en proyección total del área de las obras de acuerdo con las especificaciones aquí descritas y autorizadas por la interventoría. El precio unitario incluye todos los costos asociados a los equipos, materiales, herramientas y mano de obra, cargue en volquetas para su transporte, descargue en el sitio de disposición final y demás que sean necesarios para realizar en su totalidad estos trabajos.

3. EXCAVACIONES

3.1. EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN. INCLUYE CARGUE Y RETIRO.

A. Unidad de medida: Metro cúbico [m³]

B. Alcance: Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones mecánicas necesarias para la construcción de las obras de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo. Las excavaciones deberán ejecutarse por métodos mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de INTERVENTORÍA. En caso de requerirse excavación manual por alguna circunstancia, esta actividad estará contemplada dentro de este ítem. En las excavaciones que presenten peligro de derrumbarse debe colocarse un entibado que garantice la seguridad del personal y la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes. El ente contratante no se hace responsable de daños que se causen a terceros, por causas imputables al CONTRATISTA.

Esta especificación técnica aplica para proyectos que requieran la realización de excavaciones para la investigación del suelo durante la etapa de diseño, la excavación y remoción total de sistema de acueducto existente, la excavación para la construcción de redes de servicio, según el alineamiento, las pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: La excavación consiste en la remoción y extracción de materiales existentes tales como el sistema de distribución de acueducto existente y otros materiales que se encuentren, además incluye el cargue, retiro y disposición de los materiales provenientes de dicha actividad, según los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que indique INTERVENTORÍA. También comprende el retiro de la capa vegetal o descapote y otros materiales blandos y orgánicos en las áreas donde se vayan a realizar las excavaciones necesarias para la construcción de las redes de servicio, conexiones domiciliarias, cajas, apiques, nichos y cualquier excavación que a criterio de INTERVENTORÍA sea necesaria para la correcta y completa ejecución de las obras.

C.2. Disposiciones generales: Antes de iniciar las actividades de excavación se deben investigar los sitios por donde cruzan las redes existentes de servicios, y hacer un estudio de las estructuras adyacentes al sitio del proyecto para determinar y evitar posibles daños causados por la

ejecución de la obra. Dichas actividades deberán ser contempladas en el ítem de ajustes de diseño.

EL CONTRATISTA propondrá, para consideración de la GERENCIA e INTERVENTORÍA, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas. Dentro de los equipos están los usados para la excavación, cargue, acarreo y disposición final del material de la excavación

Las excavaciones deben ejecutarse con el mayor cuidado en la vecindad de estructuras u obras existentes, para asegurar la conservación y estabilidad de estas, de acuerdo con las normas establecidas y las indicaciones de INTERVENTORÍA. Si los materiales encontrados en las cotas especificadas no son apropiados para el apoyo de las estructuras o tuberías, la excavación se debe llevar hasta la profundidad y llenarse con los materiales indicados por INTERVENTORÍA.

Las sobre excavaciones, que son el retiro y ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos o aprobadas por INTERVENTORÍA, no son consideradas como parte de la actividad de excavación, al igual que los derrumbes. Por lo tanto, el cargue, retiro, disposición del material, lleno y compactación de las sobre excavaciones con material adecuado debidamente aprobado por INTERVENTORÍA, y cualquier otro costo adicional que se genere deben ser asumidos por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA.

Todos los materiales resultantes de la excavación, como: tuberías del sistema de distribución existente, cables, elementos prefabricados u otros, encontrados durante la ejecución de la obra, son propiedad del MUNICIPIO por lo cual no se puede disponer de estos sin su autorización previa.

Se debe considerar la extracción total del sistema de distribución existente, para garantizar el correcto posicionamiento de la nueva red. En caso de que la extracción de algunos elementos no sea posible, se deberá informar a INTERVENTORÍA quién definirá la validez y razón de la solicitud propuesta por EL CONTRATISTA.

No se debe iniciar la ejecución de las excavaciones en vías públicas, mientras no se hayan obtenido los permisos de rotura del pavimento y cierre de vía correspondientes, los cuales deben ser tramitados teniendo en cuenta el programa de trabajo aprobado por INTERVENTORÍA. Cuando se realicen excavaciones en zonas pavimentadas no se debe mezclar el afirmado y el pavimento con los demás materiales resultantes de dicha actividad, con el fin de permitir su posible futura reutilización.

Las excavaciones con peligro de derrumbe deben ser entibadas, apuntaladas o soportadas con el fin de garantizar la seguridad del personal y la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes. Ni INTERVENTORÍA ni GERENCIA se hace responsable de los daños que su actividad cause a terceros, estos daños deben ser asumidos por quién realice los trabajos.

Se deben inspeccionar las excavaciones después de interrupciones prolongadas del trabajo, lluvias, desprendimiento de tierras o cualquier fenómeno que puede aumentar el peligro de accidentes.

En caso de descubrir ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, meteoritos u otros objetos de interés arqueológico, paleontológico o minerales de interés comercial o científico durante la ejecución de las obras, El CONTRATISTA debe tomar de inmediato medidas para suspender transitoriamente los trabajos en el sitio del descubrimiento y debe de informar a INTERVENTORÍA, quién debe dar aviso a la autoridad oficial que tenga a cargo la responsabilidad de investigar y evaluar dichos hallazgos.

Cuando la investigación y evaluación de los hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico retrase el avance de la obra, El CONTRATISTA debe efectuar, en conjunto con INTERVENTORÍA, los ajustes pertinentes en el programa de trabajo.

Las excavaciones deben ejecutarse por métodos mecánicos, soportados por métodos manuales cuando así se requiera. Si los materiales encontrados a las cotas especificadas no son apropiados para el apoyo de las estructuras o tuberías, con previo concepto del diseñador en los casos que se considere necesario, la excavación se debe llevar hasta la profundidad indicada por el diseñador en compañía de INTERVENTORÍA, quién también debe definir el material de apoyo a utilizar.

Para excavaciones hasta 2,0 m de profundidad, a cada lado de la zanja, se debe dejar una faja mínima de 0,60 m de ancho libre de tierra excavada, escombros, tubos u otros materiales. Para profundidades mayores de 2,0 m, esta faja debe ser mínimo de 1,0 m de ancho.

La seguridad en las excavaciones, la disposición del material y la señalización de estas, deben acogerse al Decreto Gerencial 1266 de 2002 en el cual se adopta la Norma y Especificación General de Construcción, NEGC 1300 “Impacto Comunitario” y al Manual Corporativo de Procedimientos de Seguridad.

D. Materiales: No aplica.

E. Forma de pago: El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida de metro cúbico [m³],

por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

4. RELLENOS

4.1. RELLENO CON ARENA, COMPACTADA AL 70% DE LA DENSIDAD RELATIVA

A. Unidad de medida: Metro Cúbico [m³]

B. Alcance: Consiste en el suministro, transporte e instalación de cama de arena para lleno como soporte de tubería y drenantes, y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Los llenos en arena consisten en la colocación de capas, conformación y compactación de material de arena aprobada por INTERVENTORÍA. El material de arena a utilizar para el lleno se le deben realizar los análisis de laboratorio pertinentes, para garantizar que cuente con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para alcanzar el grado de compactación y mínimo asentamiento requerido.

C.2. Disposiciones generales: Para cada fuente y método constructivo, se deben realizar llenos de prueba teniendo en cuenta que el espesor de cada capa de material suelto y el número de pasadas del equipo de compactación se deben definir de acuerdo con el equipo a utilizar y el grado de compactación requerido.

Se le debe notificar a INTERVENTORÍA con suficiente antelación el comienzo de la ejecución de los llenos, con el fin de ordenar los trabajos topográficos necesarios y verificar la calidad del suelo de cimentación, así como las características y propiedades de la arena propuesta para realizar los llenos.

Se debe contar con la aprobación de la INTERVENTORÍA, previo a la ejecución de los llenos.

El lleno puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero se debe garantizar la estabilidad e integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo. Al realizar la compactación del material, se debe tener cuidado en no producir presiones laterales, vibraciones o impactos que puedan causar roturas o

desplazamiento de las obras existentes o los elementos que se encuentran en proceso de construcción.

Los equipos de compactación deben cumplir con las características adecuadas según las condiciones particulares del trabajo, por lo cual la elección de éstos se debe realizar teniendo en cuenta:

- Dimensiones de la excavación
- Espesor total del lleno
- Volumen total del lleno
- Características del suelo del lleno
- Resultados de los ensayos de compactación y del CBR (Californian Bearing Ratio)

En el proceso de compactación se debe obtener una densidad seca igual o mayor al 70% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado.

Se deben rechazar como materiales de lleno, aquellos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45 y humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado para el lleno.

En caso de encontrar llenos antrópicos, suelos orgánicos o arcillas cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada del lleno, dichos materiales deben ser removidos y reemplazados por material seleccionado de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento o base granular y deben ser compactados. Si el material a reemplazar se encuentra por debajo del nivel freático el reemplazo debe realizarse con concreto ciclópeo, el cual debe tener la dosificación que se indique en los planos o de acuerdo la norma NTC para el suministro y colocación de concreto.

Si el lleno se debe colocar contra o sobre una estructura de concreto, solo puede realizarse después de catorce (14) días del vaciado del concreto, o hasta que este haya alcanzado el 50% de su resistencia.

Cuando el lleno se asiente sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deben desviar las primeras, y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

El lleno no puede ser colocado si la INTERVENTORÍA no ha autorizado su ejecución. Los costos adicionales por llenos asociados a sobre excavaciones o derrumbes debido a falta de protección, deberán ser asumidos por EL CONTRATISTA.

C.2.1 preparación de la superficie base de los llenos

El terreno base del lleno, debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el Artículo 220 – Terraplenes del Instituto Nacional de Vías para los requisitos de los materiales y la preparación del terreno.

C.2.2 extensión y compactación del material

Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de tal forma que permita obtener el grado de compactación requerido.

En zonas anegadas, se debe vaciar una capa de concreto de baja resistencia de 5 cm de espesor, por encima de la superficie de anegamiento.

Los llenos alrededor de pilas y alcantarillas deben depositarse simultáneamente en todos los lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los llenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras existentes, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro su integridad y estabilidad, los procedimientos empleados para este fin deben contar con previa aprobación de la Interventoría y de INTERVENTORÍA

Cuando sea necesaria la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras existentes, las capas deben colocarse y compactarse antes que los demás materiales de lleno, tomando precauciones que garanticen que el material de las capas filtrantes no contamine el material de lleno, si es del caso se deben utilizar geotextiles de acuerdo con las indicaciones dadas en el diseño. Si no se requieren capas filtrantes al respaldo de las estructuras, se debe colocar grava en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de lleno.

La superficie de las diferentes capas debe tener una pendiente transversal adecuada que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de los equipos disponibles y conforme a los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Si la humedad del material es excesiva, lo que impide conseguir la densidad requerida para la compactación, se deben proponer las medidas necesarias para llegar al valor necesario, dichas medidas deben ser aprobadas por la

INTERVENTORÍA antes de proceder con el lleno, además la INTERVENTORÍA debe realizar un seguimiento y control detallado de los llenos que cuenten con estas condiciones.

En áreas inaccesibles para equipos pesados, la compactación se puede realizar con equipos livianos o compactadores manuales que permitan obtener la densidad requerida.

En los llenos de zanjas para instalación de redes de servicios públicos y drenajes, o excavaciones donde sea imposible el uso de equipo pesado, se debe compactar utilizando pisones metálicos manuales, en capas de 0,10 m de material suelto, subiendo el lleno simultáneamente a ambos lados del ducto con el fin de evitar esfuerzos laterales y desalineamientos.

D. Materiales: Arena.

Los materiales usados para la construcción de llenos deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, que permitan determinar inequívocamente sus características físicas y mecánicas, de acuerdo con dichos resultados la INTERVENTORÍA debe aprobar o rechazar el material. Para los llenos no se permiten materiales con características expansivas o colapsables, además el material debe estar libre de sustancias deletéreas, materia orgánica, raíces y demás elementos que puedan resultar perjudiciales. Los materiales que pueden ser utilizados en llenos se clasifican de la siguiente forma:

El material de lleno debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla:

Característica	Suelos seleccionados	Suelos adecuados	Suelos tolerables
Tamaño máximo (mm)	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm	≤ 80% en peso	≤ 80% en peso	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm	≤ 25% en peso	≤ 35% en peso	≤ 35% en peso
Contenido de materia orgánica	0%	1%	1%
Límite líquido	≤ 30	≤ 40	≤ 40
Índice de plasticidad	≤ 10	≤ 15	-
C.B.R. de laboratorio	≥ 10%	≥ 5%	≥ 3%
Expansión en prueba C.B.R.	0	≤ 2%	≤ 2%
Índice de colapso	≤ 2%	≤ 2%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	≤ 2%	≤ 2%	-

El espécimen para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en la especificación y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

La humedad de los materiales debe corresponder a la humedad óptima de compactación, determinada en el ensayo Proctor Modificado, con una

desviación aceptable del 2%.

E. Pruebas y ensayos

No se aceptan como material de lleno aquellos suelos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor a 75 mm (3”), escombros, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45, y humedad natural fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado.

Para el material a utilizar en todo tipo de lleno, se deben presentar los resultados de los siguientes ensayos:

- Compactación mediante Proctor Modificado
- Límites de consistencia
- Granulometría
- Lavado sobre malla No. 200 (75 μ m)
- Contenido de materia orgánica
- Límite líquido
- Humedad óptima
- CBR (Californian Bearing Ratio), para obras en vías, cuyo valor debe ser mayor a 5
- Otros ensayos que se consideren necesarios para garantizar la calidad exigida en la obra

Adicionalmente, se deben efectuar ensayos de densidad en campo para verificar las condiciones del lleno durante el proceso de compactación.

E.1. Ensayos de densidad de campo

Los ensayos de densidad se deben hacer al menos cada 0,75 m de espesor del lleno compactado.

Una vez verificado el cumplimiento de las especificaciones del material por parte de la INTERVENTORÍA y hayan sido revisadas y aprobadas las tuberías instaladas o estructuras a cubrir, se debe proceder con la conformación del lleno evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La frecuencia de los ensayos para el material se muestra en la Tabla:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	El menor entre 40 m de zanja o 40 m ³ de lleno o lo realizado en una jornada de trabajo, lo que primero se cumpla)	1 por cada capa de 0,75 m
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semanal	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas (sobretamaños, basura, etc.)	Jornada	Inspección visual
CBR de laboratorio	Mensual	1

Adicionalmente, dado que corresponde a un proyecto de construcción de acueducto, se debe hacer un ensayo de densidad al menos cada cinco intervenciones:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	Cada lleno	Mínimo 3
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semana	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas	Jornada	Inspección visual y permanente

E.2. ensayos de penetración para control de compactación en zanjas

La calidad de la compactación se debe controlar mediante ensayos de penetración, estos deben ser realizados una vez se haya completado un espesor de 1,0 m, en puntos seleccionados al azar. El número de puntos en cada zanja debe ser el resultante al dividir entre 5 la longitud de la zanja, medida en metros. Los puntos de verificación nunca deben ser menor a 3.

La resistencia a la penetración debe ser medida con un penetrómetro metálico, de forma cónica cuya punta forme un ángulo sólido de 60° y tenga un área lateral de 40 cm², accionado por un mecanismo cuya potencia sea conocida. La resistencia a la penetración debe ser medida de manera continua y registrada en intervalos de 10 cm.

Se aceptan los llenos que en el 95% de los intervalos, de 10 cm de longitud, presenten una resistencia a la penetración tal que requiera un trabajo superior a 7.5 KJ cada 10 cm de penetración en el lleno objeto de evaluación.

E.3. Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa dinámica

Este ensayo solo puede aplicarse en suelos y capas granulares que tengan

un contenido de partículas mayores a 63 mm menor al 15% y cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es inferior al 40%.
- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es superior al 40% y simultáneamente la resistencia al corte sin drenaje del suelo es superior a 50 kN/m².

El equipo con el cual se realiza el ensayo no proporciona un valor directo de la densidad de campo, esta entrega un valor de módulo de deformación vertical bajo carga dinámica del suelo (E_{vd}) cuyo resultado puede correlacionarse con un valor del Proctor y así medir la compactación del suelo.

- F. Forma de pago:** La unidad de medida será metros cúbicos [m³] de suelo compactados en el sitio. Serán calculados con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de realizada esta actividad, los cuales deben ser verificados por la INTERVENTORÍA durante el proceso. El pago se hará a los precios unitarios estipulados en el contrato e incluyen todos los ensayos descritos, los materiales descritos, los equipos para el proceso de mezcla, extensión, compactación y acabado, la mano de obra y todos los transportes dentro y fuera de la obra.

4.2. RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.

A. Unidad de medida: Metro Cúbico [m³]

B. Alcance: Consiste en el suministro, transporte e instalación de material seleccionado de cantera para lleno, y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Los llenos en material seleccionado de cantera consisten en la colocación de capas, conformación y compactación de material seleccionado aprobado por INTERVENTORÍA. El material a utilizar para el lleno se le deben realizar los análisis de laboratorio pertinentes, para garantizar que cuente con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para alcanzar el grado de compactación y mínimo asentamiento requerido.

C.2. Disposiciones generales: Para cada fuente y método constructivo, se deben realizar llenos de prueba teniendo en cuenta que el espesor de cada

capa de material suelto y el número de pasadas del equipo de compactación se deben definir de acuerdo con el equipo a utilizar y el grado de compactación requerido.

Se le debe notificar a INTERVENTORÍA con suficiente antelación el comienzo de la ejecución de los llenos, con el fin de ordenar los trabajos topográficos necesarios y verificar la calidad del suelo de cimentación, así como las características y propiedades de los materiales propuestos para realizar los llenos.

Se debe contar con la aprobación de la INTERVENTORÍA, previo a la ejecución de los llenos.

El lleno puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero se debe garantizar la estabilidad e integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo. Al realizar la compactación del material, se debe tener cuidado en no producir presiones laterales, vibraciones o impactos que puedan causar roturas o desplazamiento de las obras existentes o los elementos que se encuentran en proceso de construcción.

Los equipos de compactación deben cumplir con las características adecuadas según las condiciones particulares del trabajo, por lo cual la elección de éstos se debe realizar teniendo en cuenta:

- Dimensiones de la excavación
- Espesor total del lleno
- Volumen total del lleno
- Características del suelo del lleno
- Resultados de los ensayos de compactación y del CBR (Californian Bearing Ratio)

En el proceso de compactación se debe obtener una densidad seca igual o mayor al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado para llenos en vías o en proyectos donde no se especifique este valor desde el diseño, o mayor al 90% cuando el lleno se realice fuera de vías construidas, para cada una de las medidas.

Se deben rechazar como materiales de lleno, aquellos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45 y humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado para el lleno.

En caso de encontrar llenos antrópicos, suelos orgánicos o arcillas cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada del lleno, dichos materiales deben ser removidos y reemplazados por material seleccionado

de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento o base granular y deben ser compactados. Si el material a reemplazar se encuentra por debajo del nivel freático el reemplazo debe realizarse con concreto ciclópeo, el cual debe tener la dosificación que se indique en los planos o de acuerdo con lo estipulado en la norma NTC para el suministro y colocación de concreto.

Si el lleno se debe colocar contra o sobre una estructura de concreto, solo puede realizarse después de catorce (14) días del vaciado del concreto, o hasta que este haya alcanzado el 50% de su resistencia.

Cuando el lleno se asiente sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deben desviar las primeras, y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

El lleno no puede ser colocado si la INTERVENTORÍA no ha autorizado su ejecución. Los costos adicionales por llenos asociados a sobre excavaciones o derrumbes debido a falta de protección, deberán ser asumidos por EL CONTRATISTA.

C.2.1. Preparación de la superficie base de los llenos

El terreno base del lleno, debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el Artículo 220 – Terraplenes del Instituto Nacional de Vías para los requisitos de los materiales y la preparación del terreno.

C.2.2. Extensión y compactación del material

Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de tal forma que permita obtener el grado de compactación requerido.

En zonas anegadas, se debe vaciar una capa de concreto de baja resistencia de 5 cm de espesor, por encima de la superficie de anegamiento.

Los llenos alrededor de pilas y alcantarillas deben depositarse simultáneamente en todos los lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los llenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras existentes, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro su integridad y estabilidad, los procedimientos empleados para este fin deben contar con previa aprobación de la INTERVENTORÍA.

Cuando sea necesaria la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras, las capas deben colocarse y compactarse antes que los demás materiales de lleno, tomando precauciones que garanticen que el

material de las capas filtrantes no contamine el material de lleno, si es del caso se deben utilizar geotextiles de acuerdo con las indicaciones dadas en el diseño. Si no se requieren capas filtrantes al respaldo de las estructuras, se debe colocar grava en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de lleno.

La superficie de las diferentes capas debe tener una pendiente transversal adecuada que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de los equipos disponibles y conforme a los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Si la humedad del material es excesiva, lo que impide conseguir la densidad requerida para la compactación, se deben proponer las medidas necesarias para llegar al valor necesario, dichas medidas deben ser aprobadas por la INTERVENTORÍA antes de proceder con el lleno, además la Interventoría debe realizar un seguimiento y control detallado de los llenos que cuenten con estas condiciones.

En áreas inaccesibles para equipos pesados, la compactación se puede realizar con equipos livianos o compactadores manuales que permitan obtener la densidad requerida.

En los llenos de zanjas donde sea imposible el uso de equipo pesado, la primera parte del lleno, y hasta los 0,30 m por encima de la parte superior de las tuberías y válvulas u otros elementos que se puedan ver afectados por el uso del equipo (o la altura indicada en los planos), debe utilizarse material que no contenga piedras para evitar que durante el proceso de compactación se ejerzan esfuerzos concentrados sobre las tuberías. Hasta esta misma altura se debe compactar utilizando pisones metálicos manuales, en capas de 0,10 m de material suelto, subiendo el lleno simultáneamente a ambos lados del ducto con el fin de evitar esfuerzos laterales y desalineamientos.

D. Materiales: Material seleccionado de cantera.

Llenos realizados con materiales seleccionados pueden ser limos, arenillas u otros que al ser compactados tengan una densidad seca mayor o igual al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado.

Los materiales seleccionados de cantera usados para la construcción de llenos deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, que permitan determinar inequívocamente sus características físicas y mecánicas, de acuerdo con dichos resultados la Interventoría debe aprobar o rechazar el material. Para los llenos no se permiten materiales con características expansivas o colapsables, además el material debe estar libre de sustancias deletéreas, materia orgánica, raíces y demás elementos que puedan resultar perjudiciales. Los materiales que pueden ser utilizados en llenos se clasifican de la siguiente forma:

El material de lleno debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla:

Característica	Suelos seleccionados	Suelos adecuados	Suelos tolerables
Tamaño máximo (mm)	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm	≤ 80% en peso	≤ 80% en peso	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm	≤ 25% en peso	≤ 35% en peso	≤ 35% en peso
Contenido de materia orgánica	0%	1%	1%
Limite liquido	≤ 30	≤ 40	≤ 40
Índice de plasticidad	≤ 10	≤ 15	-
C.B.R. de laboratorio	≥ 10%	≥ 5%	≥ 3%
Expansión en prueba C.B.R.	0	≤ 2%	≤ 2%
Índice de colapso	≤ 2%	≤ 2%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	≤ 2%	≤ 2%	-

El espécimen para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en la especificación y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

La humedad de los materiales debe corresponder a la humedad óptima de compactación, determinada en el ensayo Proctor Modificado, con una desviación aceptable del 2%.

E. Pruebas y ensayos

No se aceptan como material de lleno aquellos suelos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor a 75 mm (3”), escombros, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45, y humedad natural fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado.

Para el material a utilizar en todo tipo de lleno, se deben presentar los resultados de los siguientes ensayos:

- Compactación mediante Proctor Modificado
- Límites de consistencia

- Granulometría
- Lavado sobre malla No. 200 (75 μ m)
- Contenido de materia orgánica
- Límite líquido
- Humedad óptima
- CBR (Californian Bearing Ratio), para obras en vías, cuyo valor debe ser mayor a 5
- Otros ensayos que se consideren necesarios para garantizar la calidad exigida en la obra

Adicionalmente, se deben efectuar ensayos de densidad en campo para verificar las condiciones del lleno durante el proceso de compactación.

E.1. Ensayos de densidad de campo

Los ensayos de densidad se deben hacer al menos cada 0,75 m de espesor del lleno compactado.

Una vez verificado el cumplimiento de las especificaciones del material por parte de la INTERVENTORÍA y hayan sido revisadas y aprobadas las tuberías instaladas o estructuras a cubrir, se debe proceder con la conformación del lleno evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La frecuencia de los ensayos para el material se muestra en la Tabla:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	El menor entre 40 m de zanja o 40 m ³ de lleno o lo realizado en una jornada de trabajo, lo que primero se cumpla)	1 por cada capa de 0,75 m
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semanal	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas (sobretamaños, basura, etc.)	Jornada	Inspección visual
CBR de laboratorio	Mensual	1

Adicionalmente, dado que corresponde a un proyecto de construcción de acueducto, se debe hacer un ensayo de densidad al menos cada cinco

intervenciones:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	Cada lleno	Mínimo 3
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semana	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas	Jornada	Inspección visual y permanente

E.2. ensayos de penetración para control de compactación en zanjas

La calidad de la compactación se debe controlar mediante ensayos de penetración, estos deben ser realizados una vez se haya completado un espesor de 1,0 m, en puntos seleccionados al azar. El número de puntos en cada zanja debe ser el resultante al dividir entre 5 la longitud de la zanja, medida en metros. Los puntos de verificación nunca deben ser menor a 3.

La resistencia a la penetración debe ser medida con un penetrómetro metálico, de forma cónica cuya punta forme un ángulo sólido de 60° y tenga un área lateral de 40 cm², accionado por un mecanismo cuya potencia sea conocida. La resistencia a la penetración debe ser medida de manera continua y registrada en intervalos de 10 cm.

Se aceptan los llenos que en el 95% de los intervalos, de 10 cm de longitud, presenten una resistencia a la penetración tal que requiera un trabajo superior a 7.5 KJ cada 10 cm de penetración en el lleno objeto de evaluación.

E.3. Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa dinámica

Este ensayo solo puede aplicarse en suelos y capas granulares que tengan un contenido de partículas mayores a 63 mm menor al 15% y cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es inferior al 40%.
- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es superior al 40% y simultáneamente la resistencia al corte sin drenaje del suelo es superior a 50 kN/m².

El equipo con el cual se realiza el ensayo no proporciona un valor directo de la densidad de campo, esta entrega un valor de módulo de deformación vertical bajo carga dinámica del suelo (E_{vd}) cuyo resultado puede correlacionarse con un valor del Proctor y así medir la compactación del

suelo.

- F. Forma de pago:** La unidad de medida será metros cúbicos [m³] de suelo compactados en el sitio. Serán calculados con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de realizada esta actividad, los cuales deben ser verificados por la INTERVENTORÍA durante el proceso. El pago se hará a los precios unitarios estipulados en el contrato e incluyen todos los ensayos descritos, los materiales descritos, los equipos para el proceso de mezcla, extensión, compactación y acabado, la mano de obra y todos los transportes dentro y fuera de la obra.

4.3. RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA TIPO SUBBASE EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.

- A. Unidad de medida:** Metro Cúbico [m³]

- B. Alcance:** Consiste en el suministro, transporte e instalación de material seleccionado tipo subbase de cantera para lleno, y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Los llenos en material seleccionado de cantera tipo subbase consisten en la colocación de capas, conformación y compactación de material seleccionado aprobado por INTERVENTORÍA. El material a utilizar para el lleno se le deben realizar los análisis de laboratorio pertinentes, para garantizar que cuente con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para alcanzar el grado de compactación y mínimo asentamiento requerido.

C.2. Disposiciones generales: Para cada fuente y método constructivo, se deben realizar llenos de prueba teniendo en cuenta que el espesor de cada capa de material suelto y el número de pasadas del equipo de compactación se deben definir de acuerdo con el equipo a utilizar y el grado de compactación requerido.

Se le debe notificar a INTERVENTORÍA con suficiente antelación el comienzo de la ejecución de los llenos, con el fin de ordenar los trabajos topográficos necesarios y verificar la calidad del suelo de cimentación, así como las características y propiedades de los materiales propuestos para realizar los llenos.

Se debe contar con la aprobación de la INTERVENTORÍA, previo a la ejecución de los llenos.

El lleno puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, de acuerdo

con el tipo de trabajo, pero se debe garantizar la estabilidad e integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo. Al realizar la compactación del material, se debe tener cuidado en no producir presiones laterales, vibraciones o impactos que puedan causar roturas o desplazamiento de las obras existentes o los elementos que se encuentran en proceso de construcción.

Los equipos de compactación deben cumplir con las características adecuadas según las condiciones particulares del trabajo, por lo cual la elección de éstos se debe realizar teniendo en cuenta:

- Dimensiones de la excavación
- Espesor total del lleno
- Volumen total del lleno
- Características del suelo del lleno
- Resultados de los ensayos de compactación y del CBR (California Bearing Ratio)

En el proceso de compactación se debe obtener una densidad seca igual o mayor al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado para llenos en vías o en proyectos donde no se especifique este valor desde el diseño, o mayor al 90% cuando el lleno se realice fuera de vías construidas, para cada una de las medidas.

Se deben rechazar como materiales de lleno, aquellos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45 y humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado para el lleno.

En caso de encontrar llenos antrópicos, suelos orgánicos o arcillas cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada del lleno, dichos materiales deben ser removidos y reemplazados por material seleccionado de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento o base granular y deben ser compactados. Si el material a reemplazar se encuentra por debajo del nivel freático el reemplazo debe realizarse con concreto ciclópeo, el cual debe tener la dosificación que se indique en los planos o de acuerdo con lo estipulado en la *norma NTC para el suministro y colocación de concreto.*

Si el lleno se debe colocar contra o sobre una estructura de concreto, solo puede realizarse después de catorce (14) días del vaciado del concreto, o hasta que este haya alcanzado el 50% de su resistencia.

Cuando el lleno se asiente sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deben desviar las primeras, y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

El lleno no puede ser colocado si la INTERVENTORÍA no ha autorizado su ejecución. Los costos adicionales por llenos asociados a sobre excavaciones o derrumbes debido a falta de protección, deberán ser asumidos por EL CONTRATISTA.

C.2.1. Preparación de la superficie base de los llenos

El terreno base del lleno, debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el Artículo 220 – Terraplenes del Instituto Nacional de Vías para los requisitos de los materiales y la preparación del terreno.

C.2.2. Extensión y compactación del material

Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de tal forma que permita obtener el grado de compactación requerido.

En zonas anegadas, se debe vaciar una capa de concreto de baja resistencia de 5 cm de espesor, por encima de la superficie de anegamiento.

Los llenos alrededor de pilas y alcantarillas deben depositarse simultáneamente en todos los lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los llenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras existentes, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro su integridad y estabilidad, los procedimientos empleados para este fin deben contar con previa aprobación de la INTERVENTORÍA.

Cuando sea necesaria la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras, las capas deben colocarse y compactarse antes que los demás materiales de lleno, tomando precauciones que garanticen que el material de las capas filtrantes no contamine el material de lleno, si es del caso se deben utilizar geotextiles de acuerdo con las indicaciones dadas en el diseño. Si no se requieren capas filtrantes al respaldo de las estructuras, se debe colocar grava en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de lleno.

La superficie de las diferentes capas debe tener una pendiente transversal adecuada que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de los equipos disponibles y conforme a los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Si la humedad del material es excesiva, lo que impide conseguir la densidad requerida para la compactación, se deben proponer las medidas necesarias para llegar al valor necesario, dichas medidas deben ser aprobadas por la INTERVENTORÍA antes de proceder con el lleno, además la Interventoría debe realizar un seguimiento y control detallado de los llenos que cuenten con estas condiciones.

En áreas inaccesibles para equipos pesados, la compactación se puede realizar con equipos livianos o compactadores manuales que permitan obtener la densidad requerida.

En los llenos de zanjas donde sea imposible el uso de equipo pesado, la primera parte del lleno, y hasta los 0,30 m por encima de la parte superior de las tuberías y válvulas u otros elementos que se puedan ver afectados por el uso del equipo (o la altura indicada en los planos), debe utilizarse material que no contenga piedras para evitar que durante el proceso de compactación se ejerzan esfuerzos concentrados sobre las tuberías. Hasta esta misma altura se debe compactar utilizando pisones metálicos manuales, en capas de 0,10 m de material suelto, subiendo el lleno simultáneamente a ambos lados del ducto con el fin de evitar esfuerzos laterales y desalineamientos.

D. Materiales: Material seleccionado de cantera tipo SUBBASE

Los materiales usados para la construcción de llenos deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, que permitan determinar inequívocamente sus características físicas y mecánicas, de acuerdo con dichos resultados la Interventoría debe aprobar o rechazar el material. Para los llenos no se permiten materiales con características expansivas o colapsables, además el material debe estar libre de sustancias deletéreas, materia orgánica, raíces y demás elementos que puedan resultar perjudiciales. Los materiales que pueden ser utilizados en llenos se clasifican de la siguiente forma:

El material de lleno debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla:

Característica	Suelos seleccionados	Suelos adecuados	Suelos tolerables
Tamaño máximo (mm)	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm	≤ 80% en peso	≤ 80% en peso	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm	≤ 25% en peso	≤ 35% en peso	≤ 35% en peso
Contenido de materia orgánica	0%	1%	1%
Límite líquido	≤ 30	≤ 40	≤ 40
Índice de plasticidad	≤ 10	≤ 15	-
C.B.R. de laboratorio	≥ 10%	≥ 5%	≥ 3%
Expansión en prueba C.B.R.	0	≤ 2%	≤ 2%
Índice de colapso	≤ 2%	≤ 2%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	≤ 2%	≤ 2%	-

El espécimen para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en la especificación y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

La humedad de los materiales debe corresponder a la humedad óptima de compactación, determinada en el ensayo Proctor Modificado, con una desviación aceptable del 2%.

Si se deben realizar capas filtrantes, el material granular debe cumplir con alguna de las granulometrías indicadas en la Tabla 2 y satisfacer los requisitos de calidad establecidos para subbase granular:

Tamiz		Porcentaje que pasa		
Normal	Alternativo	RE-1	RE-2	RE-3
150 mm	6"	100	-	-
100 mm	4"	90 - 100	-	-
75 mm	3"	80 - 100	100	-
50 mm	2"	70 - 95	-	100
25.0 mm	1"	60 - 80	91 - 97	70 - 90
12.5 mm	1/2"	40 - 70	-	55 - 80
9.5 mm	3/8"	-	79 - 90	-
4.75 mm	N° 4	10 - 20	66 - 80	35 - 65
2.00 mm	N° 10	0	-	25 - 50
600 µm	N° 30	-	0 - 40	15 - 30
150 µm	N° 100	-	0 - 8	0 - 3
75 µm	N° 200	-	-	0 - 2

E. Pruebas y ensayos

No se aceptan como material de lleno aquellos suelos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor a 75 mm (3"), escombros, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45, y humedad natural

fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado.

Para el material a utilizar en todo tipo de lleno, se deben presentar los resultados de los siguientes ensayos:

- Compactación mediante Proctor Modificado
- Límites de consistencia
- Granulometría
- Lavado sobre malla No. 200 (75 μ m)
- Contenido de materia orgánica
- Límite líquido
- Humedad óptima
- CBR (Californian Bearing Ratio), para obras en vías, cuyo valor debe ser mayor a 5
- Otros ensayos que se consideren necesarios para garantizar la calidad exigida en la obra

Adicionalmente, se deben efectuar ensayos de densidad en campo para verificar las condiciones del lleno durante el proceso de compactación.

E.1. Ensayos de densidad de campo

Los ensayos de densidad se deben hacer al menos cada 0,75 m de espesor del lleno compactado.

Una vez verificado el cumplimiento de las especificaciones del material por parte de la INTERVENTORÍA y hayan sido revisadas y aprobadas las tuberías instaladas o estructuras a cubrir, se debe proceder con la conformación del lleno evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La frecuencia de los ensayos para el material se muestra en la Tabla:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	El menor entre 40 m de zanja o 40 m ³ de lleno o lo realizado en una jornada de trabajo, lo que primero se cumpla)	1 por cada capa de 0,75 m
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semanal	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas (sobretamaños, basura, etc.)	Jornada	Inspección visual
CBR de laboratorio	Mensual	1

Adicionalmente, dado que corresponde a un proyecto de construcción de acueducto, se debe hacer un ensayo de densidad al menos cada cinco intervenciones:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	Cada lleno	Mínimo 3
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semana	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas	Jornada	Inspección visual y permanente

E.2. ensayos de penetración para control de compactación en zanjas

La calidad de la compactación se debe controlar mediante ensayos de penetración, estos deben ser realizados una vez se haya completado un espesor de 1,0 m, en puntos seleccionados al azar. El número de puntos en cada zanja debe ser el resultante al dividir entre 5 la longitud de la zanja, medida en metros. Los puntos de verificación nunca deben ser menor a 3.

La resistencia a la penetración debe ser medida con un penetrómetro metálico, de forma cónica cuya punta forme un ángulo sólido de 60° y tenga un área lateral de 40 cm², accionado por un mecanismo cuya potencia sea conocida. La resistencia a la penetración debe ser medida de manera continua y registrada en intervalos de 10 cm.

Se aceptan los llenos que en el 95% de los intervalos, de 10 cm de longitud, presenten una resistencia a la penetración tal que requiera un trabajo superior a 7.5 KJ cada 10 cm de penetración en el lleno objeto de evaluación.

E.3. Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa dinámica

Este ensayo solo puede aplicarse en suelos y capas granulares que tengan un contenido de partículas mayores a 63 mm menor al 15% y cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es inferior al 40%.
- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es superior al 40% y simultáneamente la resistencia al corte sin drenaje del suelo es superior a 50 kN/m².

El equipo con el cual se realiza el ensayo no proporciona un valor directo de la densidad de campo, esta entrega un valor de módulo de deformación vertical bajo carga dinámica del suelo (E_{vd}) cuyo resultado puede correlacionarse con un valor del Proctor y así medir la compactación del suelo.

- F. Forma de pago:** La unidad de medida será metros cúbicos [m^3] de suelo compactados en el sitio. Serán calculados con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de realizada esta actividad, los cuales deben ser verificados por la INTERVENTORÍA durante el proceso. El pago se hará a los precios unitarios estipulados en el contrato e incluyen todos los ensayos descritos, los materiales descritos, los equipos para el proceso de mezcla, extensión, compactación y acabado, la mano de obra y todos los transportes dentro y fuera de la obra.

4.4. RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DEL SITIO EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.

A. Unidad de medida: Metro Cúbico [m^3]

B. Alcance: Consiste en el suministro, transporte e instalación de material seleccionado del sitio para lleno, y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Los llenos en material seleccionado del sitio consisten en la colocación de capas, conformación y compactación de material seleccionado aprobado por INTERVENTORÍA. El material a utilizar para el lleno se le deben realizar los análisis de laboratorio pertinentes, para garantizar que cuente con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para alcanzar el grado de compactación y mínimo asentamiento requerido.

C.2. Disposiciones generales: Para cada fuente y método constructivo, se deben realizar llenos de prueba teniendo en cuenta que el espesor de cada capa de material suelto y el número de pasadas del equipo de compactación se deben definir de acuerdo con el equipo a utilizar y el grado de compactación requerido.

Se le debe notificar a INTERVENTORÍA con suficiente antelación el comienzo de la ejecución de los llenos, con el fin de ordenar los trabajos topográficos necesarios y verificar la calidad del suelo de cimentación, así como las características y propiedades de los materiales propuestos para realizar los llenos.

Se debe contar con la aprobación de la INTERVENTORÍA, previo a la ejecución de los llenos.

El lleno puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero se debe garantizar la estabilidad e integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo. Al realizar la compactación del material, se debe tener cuidado en no producir presiones laterales, vibraciones o impactos que puedan causar roturas o desplazamiento de las obras existentes o los elementos que se encuentran en proceso de construcción.

Los equipos de compactación deben cumplir con las características adecuadas según las condiciones particulares del trabajo, por lo cual la elección de éstos se debe realizar teniendo en cuenta:

- Dimensiones de la excavación
- Espesor total del lleno
- Volumen total del lleno
- Características del suelo del lleno
- Resultados de los ensayos de compactación y del CBR (Californian Bearing Ratio)

En el proceso de compactación se debe obtener una densidad seca igual o mayor al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado para llenos en vías o en proyectos donde no se especifique este valor desde el diseño, o mayor al 90% cuando el lleno se realice fuera de vías construidas, para cada una de las medidas.

Se deben rechazar como materiales de lleno, aquellos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45 y humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado para el lleno.

En caso de encontrar llenos antrópicos, suelos orgánicos o arcillas cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada del lleno, dichos materiales deben ser removidos y reemplazados por material seleccionado de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento o base granular y deben ser compactados. Si el material a reemplazar se encuentra por debajo del nivel freático el reemplazo debe realizarse con concreto ciclópeo, el cual debe tener la dosificación que se indique en los planos o de acuerdo con lo estipulado en la norma NTC para el suministro y colocación de concreto.

Si el lleno se debe colocar contra o sobre una estructura de concreto, solo puede realizarse después de catorce (14) días del vaciado del concreto, o hasta que este haya alcanzado el 50% de su resistencia.

Cuando el lleno se asiente sobre un terreno en el que existan corrientes de

agua superficial o subterránea, previamente se deben desviar las primeras, y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

El lleno no puede ser colocado si la INTERVENTORÍA no ha autorizado su ejecución. Los costos adicionales por llenos asociados a sobre excavaciones o derrumbes debido a falta de protección, deberán ser asumidos por EL CONTRATISTA.

C.2.1. Preparación de la superficie base de los llenos

El terreno base del lleno, debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el Artículo 220 – Terraplenes del Instituto Nacional de Vías para los requisitos de los materiales y la preparación del terreno.

C.2.2. Extensión y compactación del material

Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de tal forma que permita obtener el grado de compactación requerido.

En zonas anegadas, se debe vaciar una capa de concreto de baja resistencia de 5 cm de espesor, por encima de la superficie de anegamiento.

Los llenos alrededor de pilas y alcantarillas deben depositarse simultáneamente en todos los lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los llenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras existentes, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro su integridad y estabilidad, los procedimientos empleados para este fin deben contar con previa aprobación de la INTERVENTORÍA.

Cuando sea necesaria la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras, las capas deben colocarse y compactarse antes que los demás materiales de lleno, tomando precauciones que garanticen que el material de las capas filtrantes no contamine el material de lleno, si es del caso se deben utilizar geotextiles de acuerdo con las indicaciones dadas en el diseño. Si no se requieren capas filtrantes al respaldo de las estructuras, se debe colocar grava en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de lleno.

La superficie de las diferentes capas debe tener una pendiente transversal adecuada que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de los equipos disponibles y conforme a los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Si la humedad del material es excesiva, lo que impide conseguir la densidad requerida para la compactación, se deben proponer las medidas necesarias para llegar al valor necesario, dichas medidas deben ser aprobadas por la INTERVENTORÍA antes de proceder con el lleno, además la Interventoría debe realizar un seguimiento y control detallado de los llenos que cuenten con estas condiciones.

En áreas inaccesibles para equipos pesados, la compactación se puede realizar con equipos livianos o compactadores manuales que permitan obtener la densidad requerida.

En los llenos de zanjas donde sea imposible el uso de equipo pesado, la primera parte del lleno, y hasta los 0,30 m por encima de la parte superior de las tuberías y válvulas u otros elementos que se puedan ver afectados por el uso del equipo (o la altura indicada en los planos), debe utilizarse material que no contenga piedras para evitar que durante el proceso de compactación se ejerzan esfuerzos concentrados sobre las tuberías. Hasta esta misma altura se debe compactar utilizando pisones metálicos manuales, en capas de 0,10 m de material suelto, subiendo el lleno simultáneamente a ambos lados del ducto con el fin de evitar esfuerzos laterales y desalineamientos.

D. Materiales: Material seleccionado del sitio de excavación.

Se refiere a los llenos con material seleccionado de la excavación extraído del área o zona de los trabajos. Se debe seleccionar, cargar, transportar, almacenar, proteger, colocar y compactar los materiales aptos para llenos, que se obtengan como resultado de las excavaciones.

Si se va a utilizar el material seleccionado de excavación para la ejecución de los llenos, se debe suministrar a la INTERVENTORÍA los resultados de los ensayos de laboratorio correspondientes a la densidad seca máxima y humedad óptima, obtenidos en el ensayo de compactación Proctor Modificado sobre el material que va a ser utilizado, y CBR. Su utilización estará sujeta a que los valores estén dentro de los rangos exigidos en este documento.

El material seleccionado debe tener una densidad seca mayor o igual al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado.

Adicionalmente, se debe cumplir con los lineamientos de la resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en cuanto a la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), el Programa de Manejo Ambiental (PMA de RCD), las obligaciones de los generadores de RCD y las prohibiciones dispuestas en dicha resolución. Dicha resolución contempla los productos de las excavaciones y sobrantes

de la adecuación del terreno (coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos) como productos susceptibles de aprovechamiento.

Los materiales seleccionados del sitio y que vayan a ser usados para lleno deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, que permitan determinar inequívocamente sus características físicas y mecánicas, de acuerdo con dichos resultados la Interventoría debe aprobar o rechazar el material. Para los llenos no se permiten materiales con características expansivas o colapsables, además el material debe estar libre de sustancias deletéreas, materia orgánica, raíces y demás elementos que puedan resultar perjudiciales. Los materiales que pueden ser utilizados en llenos se clasifican de la siguiente forma:

El material de lleno debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla

Característica	Suelos seleccionados	Suelos adecuados	Suelos tolerables
Tamaño máximo (mm)	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm	≤ 80% en peso	≤ 80% en peso	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm	≤ 25% en peso	≤ 35% en peso	≤ 35% en peso
Contenido de materia orgánica	0%	1%	1%
Limite liquido	≤ 30	≤ 40	≤ 40
Índice de plasticidad	≤ 10	≤ 15	-
C.B.R. de laboratorio	≥ 10%	≥ 5%	≥ 3%
Expansión en prueba C.B.R.	0	≤ 2%	≤ 2%
Índice de colapso	≤ 2%	≤ 2%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	≤ 2%	≤ 2%	-

El espécimen para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en la especificación y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

La humedad de los materiales debe corresponder a la humedad óptima de compactación, determinada en el ensayo Proctor Modificado, con una desviación aceptable del 2%.

E. Pruebas y ensayos

No se aceptan como material de lleno aquellos suelos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor a 75 mm (3”), escombros, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45, y humedad natural fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado.

Para el material a utilizar en todo tipo de lleno, se deben presentar los resultados de los siguientes ensayos:

- Compactación mediante Proctor Modificado

- Límites de consistencia
- Granulometría
- Lavado sobre malla No. 200 (75 μ m)
- Contenido de materia orgánica
- Límite líquido
- Humedad óptima
- CBR (Californian Bearing Ratio), para obras en vías, cuyo valor debe ser mayor a 5
- Otros ensayos que se consideren necesarios para garantizar la calidad exigida en la obra

Adicionalmente, se deben efectuar ensayos de densidad en campo para verificar las condiciones del lleno durante el proceso de compactación.

E.1. Ensayos de densidad de campo

Los ensayos de densidad se deben hacer al menos cada 0,75 m de espesor del lleno compactado.

Una vez verificado el cumplimiento de las especificaciones del material por parte de la INTERVENTORÍA y hayan sido revisadas y aprobadas las tuberías instaladas o estructuras a cubrir, se debe proceder con la conformación del lleno evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La frecuencia de los ensayos para el material se muestra en la Tabla:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	El menor entre 40 m de zanja o 40 m ³ de lleno o lo realizado en una jornada de trabajo, lo que primero se cumpla)	1 por cada capa de 0,75 m
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semanal	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas (sobretamaños, basura, etc.)	Jornada	Inspección visual
CBR de laboratorio	Mensual	1

Adicionalmente, dado que corresponde a un proyecto de construcción de acueducto, se debe hacer un ensayo de densidad al menos cada cinco

intervenciones:

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	Cada lleno	Mínimo 3
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semana	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas	Jornada	Inspección visual y permanente

E.2. ensayos de penetración para control de compactación en zanjas

La calidad de la compactación se debe controlar mediante ensayos de penetración, estos deben ser realizados una vez se haya completado un espesor de 1,0 m, en puntos seleccionados al azar. El número de puntos en cada zanja debe ser el resultante al dividir entre 5 la longitud de la zanja, medida en metros. Los puntos de verificación nunca deben ser menor a 3.

La resistencia a la penetración debe ser medida con un penetrómetro metálico, de forma cónica cuya punta forme un ángulo sólido de 60° y tenga un área lateral de 40 cm², accionado por un mecanismo cuya potencia sea conocida. La resistencia a la penetración debe ser medida de manera continua y registrada en intervalos de 10 cm.

Se aceptan los llenos que en el 95% de los intervalos, de 10 cm de longitud, presenten una resistencia a la penetración tal que requiera un trabajo superior a 7.5 KJ cada 10 cm de penetración en el lleno objeto de evaluación.

E.3. Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa dinámica

Este ensayo solo puede aplicarse en suelos y capas granulares que tengan un contenido de partículas mayores a 63 mm menor al 15% y cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es inferior al 40%.
- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es superior al 40% y simultáneamente la resistencia al corte sin drenaje del suelo es superior a 50 kN/m².

El equipo con el cual se realiza el ensayo no proporciona un valor directo de la densidad de campo, esta entrega un valor de módulo de deformación vertical bajo carga dinámica del suelo (E_{vd}) cuyo resultado puede

correlacionarse con un valor del Proctor y así medir la compactación del suelo.

- F. Forma de pago:** La unidad de medida será metros cúbicos [m³] de suelo compactados en el sitio. Serán calculados con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de realizada esta actividad, los cuales deben ser verificados por la INTERVENTORÍA durante el proceso. El pago se hará a los precios unitarios estipulados en el contrato e incluyen todos los ensayos descritos, los materiales descritos, los equipos para el proceso de mezcla, extensión, compactación y acabado, la mano de obra y todos los transportes dentro y fuera de la obra.

5. RED DE DISTRIBUCIÓN

5.1. – 5.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE 21 DE AGUA POTABLE. DIÁMETROS: 3”, 4”, 6”, 8”, 10”.

A. Unidad de medida: Metro lineal [m]

B. Alcance: Se refiere al suministro, transporte, almacenamiento e instalación de un ramal domiciliario en Tubería PVC, en los sitios, diámetros y pendientes definidos en los planos y esquemas, o por la INTERVENTORÍA, incluyendo la reposición de aquellas conexiones domiciliarias que se encuentren en mal estado a juicio de la INTERVENTORÍA, así como también el suministro e instalación de demás materiales de revestimiento que se requieran para garantizar el correcto funcionamiento integral del sistema de distribución.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: La instalación de la tubería y los accesorios debe realizarse de acuerdo con los requisitos definidos en los diseños aprobados por INTERVENTORÍA y GERENCIA.

La instalación de tuberías en zanja se realiza mediante una excavación a cielo abierto, empleando equipos mecánicos o herramientas manuales, con el fin de ubicar la tubería en el fondo de la zanja completamente apoyada.

En la realización de estos trabajos se debe tener precaución para no interferir con las redes de otros servicios como energía, telefonía, gas, acueducto y alcantarillado.

La construcción deberá efectuarse conforme con lo previsto en la Norma ICONTEC NTC 3742 y con lo consignado en el Reglamento Técnico del

Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico de 2000 - RAS-2000 y Resolución Colombiana 0330 de 2017.

C.2. Disposiciones generales: En los siguientes numerales se describen las disposiciones generales que se deben cumplir para la instalación de tubería en zanja, en las redes de acueducto.

C.2.1 Transporte de tubería

EL CONTRATISTA será responsable por todos los arreglos necesarios para transportar todos los elementos del suministro desde su planta de fabricación hasta los sitios de entrega. Estos arreglos incluyen el cargue y descargue en cualquier sitio de almacenamiento intermedio o punto de transferencia en la ruta de transporte, el cargue y descargue en las bodegas o patios de almacenamiento que EL CONTRATISTA disponga. Así mismo, EL CONTRATISTA es responsable del traslado de la tubería y demás materiales al punto de obra.

Todos los tubos y piezas en general deben ser manejados cuidadosamente para evitar que se dañen o sufran deterioros en sus revestimientos interiores y exteriores, atendiendo las recomendaciones de los fabricantes.

Los tubos deben apoyarse en toda su longitud, atracándolos provisionalmente con cuñas de madera revestidas en caucho o con un sistema adecuado.

En el lugar de la entrega de tubería PVC, estas deben ser inspeccionadas por INTERVENTORÍA. Cualquier elemento que, una vez entregado sufra daños o se extravíe, debe ser reparado o sustituido, cuyo costo es asumido por EL CONTRATISTA.

C.2.2. Profundidad mínima de instalación de tubería PVC para redes de acueducto

La profundidad mínima a la cual debe colocarse la tubería de la red es de 1.0 m en vías vehiculares, tanto en zona rural como urbana, y de 0.6 m en vías peatonales o zonas verdes en zona urbana, y 1.0 m en zona rural, tomado desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno, según lo dispuesto en la Resolución Colombiana 0330 de 2017.

En caso de requerirse la instalación una profundidad menor a la indicada anteriormente, se debe realizar un estudio detallado que justifique la profundidad adoptada, así como el comportamiento estructural de las tuberías. En este caso se debe informar a la INTERVENTORÍA para que proceda con la aprobación de la solicitud y de los diseños adicionales necesarios.

La profundidad máxima no debe ser de más de 1.5 m desde la cota clave de la tubería hasta el terreno y de necesitarse implementar profundidades mayores, estas deben ser antes aprobadas por INTERVENTORÍA.

Si por las condiciones del terreno se requiere instalar la tubería a una profundidad por fuera de los límites establecidos previamente, EL CONTRATISTA debe informar a la INTERVENTORÍA, y proponer la solución que garantice el correcto funcionamiento del sistema de acueducto.

C.2.3. Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos

Se debe tener especial cuidado al momento de realizar la excavación y colocación de la tubería para no dañar las demás redes que cruzan por la zona de la instalación, para lo cual se debe tener total claridad de las redes existentes que se encuentran en el lugar. Dicha información se debe encontrar especificada en planos y especificaciones del proyecto.

La ubicación de las redes en diseño respecto a las redes existentes debe encontrarse conforme con lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 1 Distancias mínimas de redes de acueducto primarias respecto a otras redes de servicio existente

RED CON QUE SE CRUZA	DISTANCIA HORIZONTAL [m]	DISTANCIA VERTICAL [m]
Red de alcantarillado	1,5	0,3
Red de aguas lluvias	1	0,3
Red combinada	1,5	0,3
Red telefonía y eléctricas	1,5	0,3
Red de gas domiciliario	1,2	0,5

Tabla 2 Distancias mínimas de redes de acueducto secundarias respecto a otras redes de servicio existentes

RED CON QUE SE CRUZA	DISTANCIA HORIZONTAL [m]	DISTANCIA VERTICAL [m]
Red de alcantarillado	1,5	0,5
Red de aguas lluvias	1	0,5

Red combinada	1,5	0,5
Red telefonía y eléctricas	1,5	0,5
Red de gas domiciliario	1,2	0,5

C.2.4. Cinta de polietileno para señalización de redes de acueducto

Durante el proceso de instalación de la tubería, debe colocarse una cinta de señalización que indique la presencia de una red, y así disminuir el riesgo de daños durante excavaciones o trabajos futuros.

La cinta debe cumplir con la norma ASTM D1248 “Standard Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials” y debe tener un espesor mínimo de 175 micras.

- Cinta de polietileno para la instalación de las redes de distribución secundaria de acueducto

La cinta debe ser de polietileno de 0.20 m de ancho, de color azul y llevará impresa la siguiente leyenda cada 0.50 m: “RED DE ACUEDUCTO” en color negro y tamaño de cada letra de 0.04 m x 0.06 m de alto.

- Cinta de polietileno para la instalación de las redes de distribución primaria de acueducto o conducciones

La cinta debe ser de polietileno de 0.20 m de ancho, de color rojo y llevará impresa la siguiente leyenda cada 0.50 m: “RED DE ACUEDUCTO DE ALTA PRESIÓN – NO CONECTARSE” en color negro y tamaño de cada letra de 0.04 m x 0.06 m de alto.

La cinta de polietileno debe ser colocada a una distancia de 0.30 m por encima de la clave de la tubería.

Al colocar la cinta, ésta se debe asegurar para impedir que se mueva cuando se haga el lleno sobre la tubería.

C.2.5. Instalación de tuberías y accesorios

EL CONTRATISTA debe garantizar la integridad del suministro y la menor incomodidad a la comunidad a lo largo de la ejecución de la obra, por esta razón, no se permite apilar tubería fuera de un lugar de almacenamiento adecuado en una longitud de tubería mayor a la que se va a instalar en el día, y en ningún caso, esta tubería apilada para instalar excederá una longitud de 50 m por día.

Previo al inicio de instalación, se debe examinar cuidadosamente cada tubo y accesorio previo a su instalación para verificar si está conforme a la especificación técnica. Las piezas pueden ser marcadas como aceptadas, y a los que resulten rechazadas no se les debe borrar dicha marca ni se deben deteriorar, y se deben reemplazar por otras que cumplan con las especificaciones.

Adicionalmente, antes de iniciar la colocación, los tubos deben ser limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas, tanto en la campana como en el espigo. Se deben usar los métodos de limpieza que recomiende el fabricante y como lo sugiera la INTERVENTORÍA.

No debe hacerse ningún cambio de alineamiento o pendiente, sin la autorización expresa y por escrito de INTERVENTORÍA.

La deflexión de la tubería en cualquier punto debe limitarse a las recomendaciones del fabricante.

Si se encuentra un defecto superficial visible en la tubería, ésta debe ser evaluada por INTERVENTORÍA para determinar si es susceptible de reparación o si se debe descartar su instalación.

No se deben apoyar tuberías sobre montículos de tierra, madera, piedras sueltas, puntas de roca, caballetes, pilotes o materiales similares, sin diseños específicos suministrados y que sean convenientes para estas condiciones anormales de tendido.

El lleno de la zanja se debe hacer inmediatamente después de colocada y aceptada la tubería por parte de la interventoría, en cuanto a su alineamiento y su buen estado y realizada la prueba hidrostática según se especifica más adelante.

Si falta una pieza o hay necesidad de reparaciones o sustituciones por causas externas, la interventoría debe informar y dar oportunamente a INTERVENTORÍA una lista de ellas, indicando claramente el tipo de reparación necesaria, o la pieza faltante. La falta de inspección de las tuberías y de los accesorios suministrados por el fabricante, no exonera de la responsabilidad al CONTRATISTA por daños que puedan sufrir en el manejo, transporte o descargue de los mismos.

Al mover los tubos y demás accesorios, se deben tomar las precauciones para evitar su maltrato o deterioro, para lo cual se debe disponer de personal experimentado y en número suficiente para la movilización, cargue y descargue, y demás operaciones con la tubería en el área de almacenamiento. Dicho transporte de tuberías debe realizarse a conformidad con lo especificado por el fabricante de estas.

El manejo de los tubos se debe efectuar siempre con equipos de la capacidad adecuada para transportar, subir y bajar los mismos en forma controlada. Durante todas las operaciones de transporte, los tubos se deben asegurar adecuadamente. No se permite arrastrarlos o rodarlos. Cuando un tubo se vaya a izar por medio de gatos mecánicos, se debe colocar placas protectoras entre éste y los gatos.

Pueden moverse los tubos en dirección transversal sobre cuadros de madera con aristas redondeadas.

La instalación de la tubería PVC se debe hacer conforme a los detalles indicados en el diseño. De no ser así, ésta se debe hacer de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y previa autorización de INTERVENTORÍA. En este último caso cualquier error que se presente en la instalación debe ser reparado y asumido por EL CONTRATISTA.

Las tuberías con uniones mecánicas se deben hacer en alineamientos rectos, es decir sin deflectar los tubos en sus puntos de acople, utilizando los codos en los sitios para cambio de dirección. Sólo se admiten las deflexiones indicadas en el diseño aprobado por INTERVENTORÍA y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

C.2.6. Otras consideraciones

Siempre que se suspenda la colocación de la tubería, las bocas de los tubos se deben sellar con tapones provisionales, previa autorización de la Interventoría. En cualquiera de los casos dichos tapones deben ser reutilizables y su costo está incluido en el valor unitario del presente ítem.

Para los casos en que la tubería instalada quede expuesta a la intemperie, y cuando el material de la tubería así lo requiera, se debe garantizar un recubrimiento que la proteja de la acción de los rayos ultravioleta, el cual debe ser acorde al diseño a las recomendaciones del fabricante de la tubería.

D. Materiales: Tubería PVC RDE. 21 3", 4", 6", 8", 10". Cinta de polietileno. Geotextil no tejido.

La tubería y accesorios de PVC deben cumplir las especificaciones de la norma ICONTEC 382 para unión mecánica, RDE 21 tipo 1, grado 1. (Ver además las normas ICONTEC NTC 1602/1747/2935/3664/3694 y 4585 (tuberías), y NTC 4893 y 4843 (accesorios), según aplique, las cuales garantizan la certificación del producto).

La conexión de tuberías y accesorios PVC se deben realizar en conformidad con las instrucciones dadas por los fabricantes.

Al momento de almacenarse debe arrumarse en alturas de máximo 1.50 m de alto, además en un lugar que no deje la tubería expuesta a altas

temperaturas. Cuando la tubería va a estar expuesta al sol, debe protegerse con un material de cobertura.

La prueba de presión hidrostática no debe hacerse antes de 24 horas de haber colocado las uniones.

E. Pruebas y ensayos

Una vez instalada la tubería se debe realizar la prueba de presión hidrostática como procedimiento de control de calidad que se realiza antes de puesta en servicio de la tubería. La prueba consiste en someter un tramo de tubería a una presión determinada, con el fin de determinar fugas o defectos en la instalación, para que éstos sean corregidos y de esta manera poder dar aceptación del tramo instalado.

E.1. Aspectos generales de la prueba de presión hidrostática

La prueba de presión hidrostática debe efectuarse en todas las redes nuevas, antes de realizar el empalme o conexión a las redes existentes y en servicio, bien sea a un ramal principal o a una derivación.

La red nueva puede contener en su longitud instalada, collares de derivación, llaves de incorporación, bridas, zonas de empalme tipo espigo-campana, válvulas, hidrantes, anillos, entre otros. Para reparaciones en tramos de red instalada no se exige la prueba de presión hidrostática.

La presión de prueba debe aplicarse con una bomba de émbolo provista de manómetro, instaladas en la parte baja de la tubería, dicha presión de prueba debe medirse en el punto más bajo del tramo.

Para cualquier tipo y material de tubería se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debe garantizar la seguridad de las personas, el bien o propiedades públicas y privadas y condiciones ambientales existentes del entorno. Las zonas de trabajo deben ser señalizadas correctamente con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios y la movilidad de peatones.
- La prueba de presión debe realizarse únicamente utilizando agua, no se permite que se realice con aire debido a los riesgos involucrados. El tramo debe ser llenado lentamente, teniendo cuidado de impedir una oleada o una trampa de aire. Toda trampa de aire debe ser liberada. Si es necesario el sistema debe permitir una salida de aire y válvulas de expulsión de aire al vacío (ventosas) apropiadas. Las válvulas o aberturas de aire al vacío deben proveerse en todos los puntos altos de la tubería para expulsar las bolsas de aire mientras se realiza el llenado. En lo posible, el llenado debe

hacerse en los puntos bajos del sistema, los cuales pueden aprovecharse para purgar posteriormente la tubería.

- La temperatura del fluido de ensayo no debe ser inferior a 5°C (40°F), ni mayor a 30°C (90°F). El fabricante de la tubería y accesorios debe ser consultado sobre las recomendaciones y la protección para cuando se tenga que realizar la prueba por fuera de este rango.
- EL CONTRATISTA es el responsable de la prueba de presión hidrostática, debe proveer los elementos necesarios para la prueba, incluyendo agua potable, bomba, tuberías, conexiones y otros aparatos que se requieran. Sin embargo, dicha prueba debe hacerse bajo la vigilancia y aprobación de la INTERVENTORÍA, y si es necesario, se podrán efectuar ensayos adicionales.
- Cada prueba de presión hidrostática se debe llevar a cabo en tramos con una longitud máxima de 500 m de tubería instalada. En las redes de distribución primaria, las longitudes para la prueba hidrostática son definidas por el CONTRATISTA, al igual que el dimensionamiento de los anclajes y tapones requeridos, de acuerdo con su cronograma de trabajo y frentes de obra y estos serán validados por la INTERVENTORÍA.
- En todos los casos se deben tener en cuenta las recomendaciones del fabricante de la tubería en lo relacionado con la forma, duración y otros aspectos que deban tenerse en cuenta durante la prueba de presión.
- Cuando se utilicen tuberías existentes para suministrar agua en la prueba, éstas deben protegerse de la contaminación del flujo de retorno, mediante la instalación temporal de un conjunto de válvulas de retención entre la tubería de prueba y la tubería principal de suministro o por otros medios aprobados por la INTERVENTORÍA.
- La tubería debe contar con la profundidad especificada en el diseño y los anclajes deben tener la resistencia adecuada para soportar las cargas de la prueba.
- Durante el proceso de instalación de la tubería se recomienda dejar identificadas las uniones y demás puntos donde se puedan presentar fugas. La INTERVENTORÍA debe determinar cuáles uniones y acoplamientos deben permanecer expuestos, para facilitar la inspección de la prueba de presión hidrostática.
- La prueba se debe llevar a cabo una vez la tubería se haya llenado de agua y el aire se haya evacuado completamente.
- Si se presentan cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la

tubería y/o aparición de fugas, la tubería debe ser despresurizada y las fallas deben ser localizadas y reparadas, para nuevamente repetir la prueba de presión hidrostática hasta que se alcancen los resultados satisfactorios. EL CONTRATISTA será el responsable de dichas reparaciones hasta garantizar el correcto funcionamiento de la tubería instalada.

- La presión de prueba no debe exceder en ningún caso la presión de diseño de la tubería, válvulas, accesorios y bloques de anclaje; además durante el desarrollo de la prueba, se deben realizar chequeos de fuga del sistema en puntos tales como válvulas, hidrantes y otros accesorios expuestos.
- Cualquier fuga de agua cuando se detecte su localización debe ser reparada aun cuando los resultados de la prueba hayan sido satisfactorios en cuanto a mantener la presión de prueba y el caudal límite de fuga.
- Nunca se debe intentar reparar una fuga mientras la tubería esté presurizada, siempre se debe despresurizar el sistema antes de cualquier reparación.
- En cada prueba debe estar presente personal de la INTERVENTORÍA, para dar a aprobación de la ejecución adecuada del procedimiento y dar la aceptación de los resultados obtenidos con la declaración de “prueba de presión hidrostática conforme”.

E.2. Trabajos preliminares a la prueba de presión hidrostática

Se deben contar con la bomba capaz de elevar la presión en la tubería al valor de la presión de prueba, tanque de agua con volumen calibrado y medidor de caudal calibrado, manómetros calibrados según recomendaciones a continuación, cronómetro y los elementos de conexión entre la bomba y la tubería.

Se debe preparar la conexión de toma de agua limpia para lavado, llenado y para la prueba. EL CONTRATISTA debe seleccionar el sistema más funcional y económico para el suministro de agua. Adicionalmente se deben revisar la instalación y el funcionamiento adecuado de los accesorios de la tubería tales como: tapones, válvulas, ventosas, purgas, anclajes. En caso de existir accesorios que no sean capaces de soportar la presión de prueba se deben aislar.

La tubería debe ser limpiada de manera manual, y de ser necesario lavada con agua drenando hacia las purgas suciedades y materiales extraños que hayan quedado en el interior de la tubería. El agua producto de este lavado debe ser bombeada a los pozos húmedos a diferentes puntos de alcantarillado existentes o a los drenajes naturales, previa autorización de la Interventoría. Los lodos, arenas y sedimentos deben ser retirados y depositados en los lugares adecuados.

Se pueden utilizar tapones insertos en la tubería en los extremos de la misma o con junta flexible, restringidos contra movimiento por alguno de los siguientes sistemas:

- Soldadura de una longitud de tubería, calculada para equilibrar por fricción con el suelo circundante el empuje del tapón.
- Bloque de anclaje de concreto o acodalamiento.
- Anillos de concreto para restricción en las juntas, equivalentes a las soldaduras.

Notas:

- En redes primarias no deben emplearse válvulas de línea para aislar el tramo de la prueba de depresión.
- El dimensionamiento y la ubicación de anclajes y los tapones debe ser enviada a la INTERVENTORÍA para su aprobación.

Los manómetros para utilizar durante la prueba de presión hidrostática deben ser de tipo digital o analógico contar con las siguientes características:

- Clase de precisión 1 a 1.6
- La presión de la prueba de presión hidrostática debe estar entre el 25 y el 75% de la presión máxima que registre el manómetro.
- Resolución 1 psi máximo
- Caratula vertical de 3" mínimo
- Protección IP 65
- Registro presión máxima (opcional para manómetro digital)
- Conexión vertical rosca 1/4" o 1/2" NPT en acero inoxidable o en bronce.
- Certificado de calibración vigente, con un periodo de calibración no mayor a un año en el momento de realizar la prueba.

E.3. Procedimiento para la prueba de presión hidrostática en tubería PVC.

Una vez ejecutadas las actividades preliminares y las recomendaciones expresadas en los aspectos generales de la prueba de presión hidrostática, se debe realizar el llenado de la tubería. Para lo anterior se debe realizar el taponamiento de las válvulas de purga con elementos ciegos, y apertura de su mecanismo. Se debe revisar la apertura de las válvulas de guarda, válvulas ventosas o elementos de venteo.

Se deben instalar mínimo dos (2) manómetros para lecturas de la prueba en

la abscisa acordada con la INTERVENTORÍA. En caso de que éstos no se puedan instalar en el punto de la elevación más baja, se deben instalar en otro punto y se deben realizar las correcciones matemáticas de la diferencia de cabeza hidrostática. Además, se debe tener un (1) manómetro de repuesto en el momento de la prueba, adicionalmente se deben presentar los certificados de calibración de los instrumentos de medición.

Los manómetros deben instalarse acoplados a una tubería de ½" y para los manómetros de rosca de ¼" NPT se debe utilizar un adaptador roscado para conectar al tubo de ½".

Una vez llena la tubería, se debe verificar que no existan fugas durante el llenado y si existen deben ser corregidas de inmediato mediante el ajuste de bridas y accesorios. Adicionalmente se debe verificar la ausencia de aire dentro de la tubería, lo cual se evidencia por la salida de agua y cierre automático de las ventosas.

Para un mejor manejo de la información se definen los siguientes términos:

- **Pt:** En conducciones, la presión de trabajo del sistema corresponde a la presión hidrostática a la cual la tubería estará sometida, sin incluir sobrepresiones o golpe de ariete. En impulsiones la presión de trabajo del sistema corresponde a la presión dinámica a la cual la tubería estará sometida sin incluir sobrepresiones o golpe de ariete.
- **Pp:** Es la presión de prueba con la cual se va a probar un tramo.

De acuerdo con la resolución 0330 de 2017, artículo 87 Presiones hidrostáticas y estanqueidad, se deben llevar a cabo las pruebas sobre las tuberías, válvulas y accesorios tomando como referencia los métodos reconocidos por las *normas NTC, AWWA (americanas), UNE (europeas)*. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se dan los requisitos para tubería PVC según referente normativo.

El objetivo de la prueba de presión es verificar la correcta instalación de la tubería y los accesorios. Las tuberías y accesorios son probados en fábrica.

De acuerdo con la norma AWWA C605, la prueba de presión hidrostática debe ejecutarse siguiendo el siguiente procedimiento:

Presión de prueba (Pp): La presión de prueba no debe ser menor que 1.25 veces la presión de trabajo (Pt) de la tubería medida en la elevación más alta a lo largo del tramo de prueba, y no menos de 1.5 veces la presión de trabajo en la elevación más baja del tramo. Sin embargo, en ningún caso la presión de prueba (Pp) podrá exceder la presión de diseño de los anclajes, accesorios, tuberías y válvulas del tramo ensayado.

Duración de la prueba: La duración de la prueba de presión hidrostática sostenida debe ser de 2 horas.

Tolerancia de la prueba: Durante el tiempo de la prueba de presión, se requiere que EL CONTRATISTA evalúe la cantidad de agua que se inyecta al tramo de tubería para mantener la presión de prueba (P_p) con una variación de ± 5 psi (34 kPa). Si la cantidad de agua agregada es menor que el valor predeterminado por la ecuación que se presenta más adelante, la prueba se considera aceptable. La adición de agua mantiene la presión de prueba (P_p), que puede caer debido al aire atrapado en la tubería, a la absorción de agua por las paredes de la tubería y a las variaciones de temperatura durante la prueba.

Para mantener la presión de prueba en el valor deseado, se debe bombear agua con una bomba de pistón desde un recipiente calibrado que permita tomar lecturas de volumen empleado o se debe insertar un medidor volumétrico calibrado. Se debe presentar el certificado de calibración del medidor en el momento de la prueba.

Durante la prueba de presión hidrostática, se deben evaluar las fugas de agua que se presenten en el tramo ensayado, las fugas no deben exceder los límites aceptables determinados por la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{L \cdot D \cdot \sqrt{P_p}}{795000}$$

Donde:

- Q_f = Caudal de agua adicionada por fuga para mantener la presión de prueba (l/h)
- L = Longitud del tramo de tubería ensayado (m)
- D = Diámetro nominal de la tubería (mm)
- P_p = Presión de prueba del tramo de tubería ensayado (kPa)

Ninguna instalación de tubería debe ser aceptada si el caudal de fugas registrado durante la prueba supera el valor límite anteriormente establecido, y si la variación de la presión de prueba es superior al valor especificado anteriormente (± 5 psi).

Se puede consultar la norma ANSI/AWWA C605 para ver tolerancias típicas de fugas para diferentes diámetros y presiones de prueba.

Cuando la prueba se realiza contra válvulas cerradas con asiento metálico, se admite una tolerancia adicional por válvula cerrada de 0.0078

gal/hora/pulgada (0.0012 l/h/mm) de diámetro nominal de válvula.

Cuando existen hidrantes en el tramo de prueba, ésta debe ser realizada contra las válvulas de protección de los hidrantes cerradas.

Cualquier fuga debe ser reparada a pesar de que la cantidad de fugas no exceda el límite dado por la ecuación presentada anteriormente.

E.4. Tolerancia de la prueba de presión hidrostática en tubería PVC.

Durante el tiempo de la prueba de presión, se requiere que el CONTRATISTA evalúe la cantidad de agua que se agrega al tramo de tubería para mantener la presión de prueba (P_p) con una variación de ± 5 psi (34 kPa).

Durante la prueba de presión hidrostática, se deben evaluar las fugas de agua que se presenten en el tramo ensayado, dichas fugas no deben exceder los límites aceptables determinados por la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{L \cdot D}{24000}$$

Donde:

- Q_f : Caudal de agua adicionada por fuga para mantener la presión de prueba (l/hora)
- L = Longitud del tramo de tubería ensayado (m)
- D = Diámetro interno de la tubería (mm)

La ecuación anterior es equivalente a la recomendación que se presenta en el manual AWWA M9, la cual presenta un valor límite de 1 l/mm de diámetro/kilómetro/24 horas.

El tiempo de prueba debe ser de 4 horas, durante las que se mide la pérdida de agua y no se debe superar el valor límite obtenido en la ecuación anterior.

Para el registro detallado de la prueba se debe diligenciar el formato presentado por INTERVENTORÍA, en la zona donde se efectúe el llenado y control de volumen de la prueba y en los sitios donde se instalan los manómetros.

Si se encuentra que la tubería está perdiendo más agua de la establecida, se deben identificar las filtraciones o fugas y éstas deben ser controladas y reparadas, para proceder nuevamente a realizar la prueba de presión, y ésta se dará por terminada cuando se mantenga una presión igual a la de prueba (con una variabilidad máxima de ± 5 psi) durante un período de cuatro (4) horas continuas en el punto más bajo de la línea, con pérdidas dentro de los

parámetros de aceptabilidad indicados anteriormente.

Ninguna instalación de tubería debe ser aceptada si el caudal de fugas registrado durante la prueba supera el valor límite anteriormente establecido, y si la variación de la presión de prueba es está por fuera del rango especificado anteriormente (± 5 psi).

E.5. Registro de resultados de la prueba de presión hidrostática

Los registros de la prueba deben incluir (como mínimo) la siguiente información:

- Tipo de fluido usado en la prueba
- Presión de trabajo del punto más elevado y el más bajo del tramo ensayado (Pt)
- Presión de prueba (Pp)
- Tiempo de duración de la prueba
- Tabla de registro de presiones
- Registro de los caudales agregados a la tubería por fugas
- Elevación (cota) en el punto o los puntos donde se tomen medidas de presión (manómetros)
- Tipo de tubería y sus accesorios (material, clase, diámetro y presión nominal, válvulas, etc) y fabricante de los mismos.
- Referencia normativa usada (ASTM, AWWA, etc)
- Descripción del tramo de prueba (longitud, coordenadas, y componentes)
- Descripción de problemas encontrados durante la prueba de presión hidrostática (fugas, desacoples, deformaciones, entre otros.
- CONTRATISTA encargado de realizar la prueba de presión hidrostática
- Fechas y horas de realización de la prueba de presión hidrostática

E.6. Cierre de prueba de presión hidrostática

Obtenidos los resultados satisfactorios en la prueba, se debe continuar con lo siguiente:

- Se deben abrir las purgas y se desocupa la tubería. Para lo anterior, se debe reducir la presión del tramo de prueba mediante la liberación de agua a una velocidad controlada ya que la despresurización repentina puede ocasionar golpes de ariete o implosiones de la tubería.
- Se deben retirar los tapones de prueba y se debe cerrar el sistema.
- El agua producto de la prueba debe ser dispuesta en los lugares establecidos de común acuerdo entre INTERVENTORÍA y EL CONTRATISTA, cuidando de no realizar vertimientos en sitios que no cuenten con los permisos requeridos.

F. Forma de pago: El pago se hará a los precios unitarios respectivos, Para las Tuberías principales y domiciliarias de Acueducto, la unidad de medida será el Metro Lineal [ml], con aproximación a un decimal, de Tubería PVC del tipo

y diámetro especificados o autorizados por la Interventoría, que haya sido correctamente instalada y probada, y debidamente aprobada por EL MUNICIPIO y la INTERVENTORÍA. La medición consistirá en cinta pisada para garantizar el pago único de la tubería PVC y sin incluir conexiones como codos, TEE, crucetas y reducciones, los cuales serán pagados en ítems por aparte, descritos más adelante en el presente documento.

6. ACCESORIOS

6.1. – 6.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE PVC. DIÁMETROS: 10”, 8”, 6”, 4”, 3”.

A. Unidad de medida: Unidad [UND]

B. Alcance: Se refiere al suministro, transporte, almacenamiento e instalación de accesorios en TEE en PVC, en los sitios y diámetros definidos en los planos y esquemas, o por la INTERVENTORÍA, incluyendo la reposición de aquellos accesorios que se encuentren en mal estado a juicio de la INTERVENTORÍA, garantizando el correcto funcionamiento integral del sistema de acueducto.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: La conexión tee hembra de PVC Está diseñada para unir tres diferentes tramos de tubería en ángulos de 90°, permitiendo el redireccionamiento y la conducción de agua.

C.2. Disposiciones generales: Los accesorios TEE se pueden unir con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos según la norma NTC 2295, garantizando el transporte de fluidos a presión.

La tubería y accesorios de PVC deben cumplir las especificaciones de la norma ICONTEC 382 para unión mecánica, RDE 21 tipo 1, grado 1. La conexión de tuberías y accesorios PVC se deben realizar en conformidad con las instrucciones dadas por los fabricantes.

Las uniones de ensayo entre tuberías o entre tuberías con accesorios, deben cumplir con las especificaciones de temperatura, presión y demás establecidas por la norma NTC 5037 y las recomendaciones del fabricante.

Los codos, adaptadores y uniones de PVC (en TEE para este caso) cumplirán con la norma ICONTEC 1339. La presión de servicio será de 150 PSI.

En el lugar de la entrega, las tuberías y accesorios debe ser inspeccionado por INTERVENTORÍA. Cualquier elemento que, una vez entregado sufra daños o se extravíe, debe ser reparado o sustituido.

La instalación de los accesorios debe hacerse siguiendo las especificaciones descritas en el numeral 5.1. de Suministro e Instalación de Tubería PVC RDE 21.

- D. Materiales:** Accesorios TEE de PVC en diámetros variables: 3", 4", 6", 8", 10". Sello elastomérico flexible.
- E. Forma de pago:** El pago se hará a los precios unitarios respectivos. Para la instalación de accesorios TEE de PVC, la unidad de medida será unidad [UND], según el tipo y diámetro especificados o autorizados por la INTERVENTORÍA, que haya sido correctamente instalada y debidamente aprobada por EL MUNICIPIO y la INTERVENTORÍA.

6.6. – 6.9. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC. DIÁMETROS: 10", 6", 4", 3".

A. Unidad de medida: Unidad [UND]

B. Alcance: Se refiere al suministro, transporte, almacenamiento e instalación de accesorios de CODO en PVC, en los sitios y diámetros definidos en los planos y esquemas, o por la INTERVENTORÍA, incluyendo la reposición de aquellos accesorios que se encuentren en mal estado a juicio de la INTERVENTORÍA, garantizando el correcto funcionamiento integral del sistema de acueducto.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Los codos para tubería, son un accesorio que se instala entre las dos longitudes de la tubería PVC para permitir un cambio de dirección. Los codos de tuberías generalmente cuentan con un grado de dirección, los cuales pueden ser: 45°, 60°, 90°.

C.2. Disposiciones generales: Los accesorios codo se pueden unir con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos según la norma NTC 2295, garantizando el transporte de fluidos a presión.

Las uniones de ensayo entre tuberías o entre tuberías con accesorios, deben cumplir con las especificaciones de temperatura, presión y demás establecidas por la norma NTC 5037 y las recomendaciones del fabricante.

Los codos, adaptadores y uniones de PVC cumplirán con la norma ICONTEC 1339. La presión de servicio será de 150 PSI.

En el lugar de la entrega, las tuberías y accesorios debe ser inspeccionado por INTERVENTORÍA. Cualquier elemento que, una vez entregado sufra daños o se extravíe, debe ser reparado o sustituido.

La instalación de los accesorios debe hacerse siguiendo las especificaciones descritas en el numeral 5.1. de Suministro e Instalación de Tubería PVC RDE 21.

D. Materiales: Accesorios Codo de PVC en diámetros variables: 3", 4", 6", 10" y ángulos variables 45°, 60°, 90°. Sello elastomérico flexible.

E. Forma de pago: El pago se hará a los precios unitarios respectivos. Para la instalación de accesorios Codo de PVC, la unidad de medida será unidad [UND], según el tipo y diámetro especificados o autorizados por la INTERVENTORÍA, que haya sido correctamente instalada y debidamente aprobada por EL MUNICIPIO y la INTERVENTORÍA.

6.10. – 6.12. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CRUCETA DE PVC. DIÁMETROS: 6", 4", 3".

A. Unidad de medida: Unidad [UND]

B. Alcance: Se refiere al suministro, transporte, almacenamiento e instalación de accesorios Cruceta en PVC, en los sitios y diámetros definidos en los planos y esquemas, o por la INTERVENTORÍA, incluyendo la reposición de aquellos accesorios que se encuentren en mal estado a juicio de la INTERVENTORÍA, garantizando el correcto funcionamiento integral del sistema de acueducto.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: La cruceta de PVC Está diseñada para unir cuatro diferentes tramos de tubería en ángulos de 90°, permitiendo el redireccionamiento y la conducción de agua.

C.2. Disposiciones generales: Los accesorios cruceta se pueden unir con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos según la norma NTC 2295, garantizando el transporte de fluidos a presión.

Las uniones de ensayo entre tuberías o entre tuberías con accesorios, deben cumplir con las especificaciones de temperatura, presión y demás establecidas por la norma NTC 5037 y las recomendaciones del fabricante.

Los codos, adaptadores y uniones de PVC (en cruceta para este caso) cumplirán con la norma ICONTEC 1339. La presión de servicio será de 150 PSI.

En el lugar de la entrega, las tuberías y accesorios debe ser inspeccionado por INTERVENTORÍA. Cualquier elemento que, una vez entregado sufra daños o se extravíe, debe ser reparado o sustituido.

La instalación de los accesorios debe hacerse siguiendo las especificaciones descritas en el numeral 5.1. de Suministro e Instalación de Tubería PVC RDE 21.

- D. Materiales:** Accesorios cruceta de PVC en diámetros variables: 3", 4", 6". Sello elastomérico flexible.
- E. Forma de pago:** El pago se hará a los precios unitarios respectivos. Para la instalación de accesorios cruceta de PVC, la unidad de medida será unidad [UND], según el tipo y diámetro especificados o autorizados por la INTERVENTORÍA, que haya sido correctamente instalada y debidamente aprobada por EL MUNICIPIO y la INTERVENTORÍA.

6.13. – 6.14. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPÓN DE 4" PVC

A. Unidad de medida: Unidad [UND]

B. Alcance: Esta actividad hace referencia a todos los trabajos necesarios para la instalación de tapones en redes nuevas y existentes, para tuberías con diámetros mayores a 75 mm (3") en la red de distribución. Donde se requiera redefinir límites de circuitos y subcircuitos; taponar redes existentes en empalmes o variantes, taponar redes existentes donde se necesite suspender provisional o definitivamente el tendido de una tubería, o para reposición de tubería por daños o cambio de material.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: En lo posible se debe evitar el taponamiento de redes, en los casos que sea necesario realizarse, estos taponamientos deben en lo posible ser provisionales, para evitar la generación de puntos muertos y focos de generación de suciedad, sedimentos e incrustamientos.

C.2. Disposiciones generales: En las redes nuevas y existentes se pueden usar varios tipos de tapones de acuerdo con el material y el estado de la tubería; independiente del RDE (relación diámetro espesor) de cada tubería se debe tener en cuenta si el tapón con el que se va a trabajar se instala interna o externamente, y el accesorio debe ser compatible con la tubería donde se está instalando.

Para tubería PVC se puede utilizar un tapón con una junta de transición, un tapón con junta hidráulica o un tapón liso. La decisión sobre cuál tapón utilizar

será tomada entre EL CONTRATISTA e INTERVENTORÍA, siempre y cuando se garantice el correcto funcionamiento del tapón y del sistema.

Cuando se construyen redes nuevas se debe evitar la colocación de tapones para minimizar en lo posible los puntos muertos en la red, esto se puede lograr con el cierre de la malla. Cuando esto no sea técnicamente posible y sea necesaria la colocación del tapón, se debe tener en cuenta que:

- Si la red finaliza con una inclinación en sentido contrario de la pendiente del terreno no genera puntos muertos, ya que el agua circula debido a la gravedad.
- Si la red finaliza con una inclinación en sentido de la pendiente del terreno, para evitar la generación de puntos muertos se debe poner un hidrante o una válvula de purga, que permita el vaciado de la tubería y el retiro de los sedimentos acumulados, previa autorización de la unidad de operación integrada, de manera que se pueda garantizar la calidad del agua.

C.2.1. Instalación de tapones en redes de acueducto

Para la instalación de tapones, se debe garantizar que el sistema de acueducto no esté en servicio, de lo contrario, se debe interrumpir de forma provisional, por medio del cierre de las válvulas de aislamiento del sector, y vaciar el tramo de la tubería a intervenir.

El corte de la tubería se debe hacer de forma vertical con un equipo que pueda cortar cualquiera de las tuberías PVC de diámetro mencionadas para el proyecto y que permita recuperar la parte de tubo cortado. Este equipo debe ser garantizado por el fabricante para este tipo de trabajo donde la tubería que va a cortar puede estar sometida a una presión de 1,4 MPa (200 psi) o menor. El equipo se debe operar conservando todas las medidas de seguridad establecidas por el fabricante del equipo.

Cuando aún hay flujo de agua y a fin de dar seguridad a la persona que manipula el equipo, puede usarse sierra o cizalla dependiendo del material de la tubería sobre la cual se van a instalar los tapones.

Se debe biselar el extremo de la tubería para facilitar el acoplamiento de los accesorios, con lima. Se debe hacer un biselado adecuado en ángulo y profundidad para evitar el corte del empaque.

El tapón con junta hidráulica debe llevar un anclaje, para evitar que este se mueva al estar en servicio, deben estar diseñados para soportar los empujes hidráulicos y para redistribuir esfuerzos al terreno, con el fin de evitar que la tubería colapse o se desprendan los accesorios.

El bloque en concreto debe ser de mínimo 21 MPa (210 kg/cm²), ubicado siempre entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja. Para

bloques de anclaje de tuberías con diámetros menores a 200 mm (8") no es necesario utilizar formaletas especiales, basta con colocar la mezcla de manera adecuada, colocando la base más ancha contra la pared de la zanja y que el bloque formado no llegue a cubrir las campanas o las uniones de los accesorios.

En todo caso los bloques de anclaje deben ser construidos de acuerdo con el diseño. En caso de que no exista diseño, estos se deben construir de acuerdo con el tipo de accesorio, siguiendo los pasos indicados en la "NC-AS-IL01-19 Guía para el cálculo de bloques de anclaje en tuberías para redes secundarias de acueducto".

Una vez terminada la instalación del tapón se debe envolver todos los elementos ensamblados en plástico de polietileno calibre 7, e iniciar con el lleno del nicho, de acuerdo con las especificaciones técnicas de relleno descritas en este documento.

- D. Materiales:** Tapón de PVC de diámetro variable (3" y 4"), Anclajes, Polietileno calibre 7.
- E. Forma de pago:** El pago se hará por unidad instalada [UND] y aprobada por INTERVENTORÍA según su funcionamiento integral.

6.15. – 6.19. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES PVC DE: 10" A 8", 8" A 6", 6" A 4", 6" A 3", 4" A 3".

A. Unidad de medida: Unidad [UND]

B. Alcance: Se refiere al suministro, transporte, almacenamiento e instalación de accesorios reducciones en PVC, en los sitios y diámetros definidos en los planos y esquemas, o por la INTERVENTORÍA, incluyendo la reposición de aquellos accesorios que se encuentren en mal estado a juicio de la INTERVENTORÍA, garantizando el correcto funcionamiento integral del sistema de acueducto.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Las reducciones PVC Está diseñada para diferentes tramos de tubería que comprenden diámetros diferentes, permitiendo la continuidad del flujo de agua.

C.2. Disposiciones generales: Los accesorios de reducción se pueden unir con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos según la norma NTC 2295, garantizando el transporte de fluidos a presión.

Las uniones de ensayo entre tuberías o entre tuberías con accesorios, deben cumplir con las especificaciones de temperatura, presión y demás establecidas por la norma NTC 5037 y las recomendaciones del fabricante.

Los codos, adaptadores y uniones de PVC (en reducciones para este caso) cumplirán con la norma ICONTEC 1339. La presión de servicio será de 150 PSI.

En el lugar de la entrega, las tuberías y accesorios debe ser inspeccionado por INTERVENTORÍA. Cualquier elemento que, una vez entregado sufra daños o se extravíe, debe ser reparado o sustituido.

La instalación de los accesorios debe hacerse siguiendo las especificaciones descritas en el numeral 5.1. de Suministro e Instalación de Tubería PVC RDE 21.

- D. Materiales:** Accesorios reducciones de PVC en diámetros variables: de 10" a 8", de 8" a 6", de 6" a 4", de 6" a 3" y de 4" a 3". Sello elastomérico flexible.
- E. Forma de pago:** El pago se hará a los precios unitarios respectivos. Para la instalación de accesorios cruceta de PVC, la unidad de medida será unidad [UND], según el tipo y diámetro especificados o autorizados por la INTERVENTORÍA, que haya sido correctamente instalada y debidamente aprobada por EL MUNICIPIO y la INTERVENTORÍA.

COMPUERTAS E HIDRANTES

6.20. – 6.24. VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 3", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN. Diámetros: 3", 4", 6", 8", 10".

- A. Unidad de medida:** Unidad [UND]
- B. Alcance:** esta especificación se refiere a las válvulas de regulación reductoras de presión (VRP) o válvula de control hidráulico de presión operada con piloto, por diafragma, tipo globo en línea, con cuerpo y tapa en hierro según la norma ASTM-A-126 o ASTM-A-536 la cual es el elemento principal de la estación reductora de presión. Estas válvulas se componen de una válvula principal y un circuito de control con accesorios. Su diámetro debe ser calculado de acuerdo con las condiciones hidráulicas de cada subcircuito. Ésta debe ir instalada sobre la línea principal inmediatamente después del filtro, siguiendo el sentido del flujo. La válvula se debe ensamblar garantizando que quede en posición horizontal, teniendo precaución de que no debe quede girada ni inclinada. Siempre se debe verificar que la válvula opere dentro del rango de no cavitación. En el caso en que el diferencial de

presión sea tal que el diseño de la VRP indique que trabajaría en la zona de cavitación, se debe seleccionar e instalar la válvula con jaula anti-cavitación. Los requisitos técnicos que debe cumplir la VRP se deben validar con INTERVENTORÍA.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: La válvula de regulación se encarga de mantener una presión constante a la salida de la válvula, menor que la de entrada, ajustable, y que es independiente de las fluctuaciones de caudal del Sistema. El piloto regulador siente cualquier diferencia de la presión de la línea con la presión establecida y reacciona, modulando la válvula principal para mantener la presión deseada. Este tipo de válvulas se localizan en zonas donde sólo pueden ser abastecidos por depósitos o redes de distribución con una presión de servicio más elevada que la necesaria para la zona de consumo.

C.2. Disposiciones generales: Todas las superficies, internas y externas del cuerpo y tapa, excepto las roscas y guías justas, deberán estar cubiertas por una capa de pintura epóxica no inferior a 2 mills, y debe cumplir con las exigencias de recubrimiento estipuladas en la norma AWWA C550.

El cuerpo y la tapa deberán contar con conexiones que permitan el montaje del circuito piloto en ambos costados de la válvula.

Tapa: La tapa permite el ensamble y mantenimiento del conjunto obturador; tiene las mismas exigencias de material y terminados que el cuerpo principal. La parte superior de la tapa debe tener conexiones roscadas para ventosa, válvula de aguja cheque y conexión opcional en caso de instalación de indicador de alza.

Sujeción de la tapa: Para evitar corrosión, la tapa de acceso estará sujeta por pernos de acero inoxidable, roscados al cuerpo, tuercas de acero inoxidable y guasas de presión de acero inoxidable.

Subconjunto obturador: Incorpora el disco, eje, diafragma y platos de empuje. Este conjunto estará guiado por el eje, en la tapa de acceso, y por un buje de bronce debajo en la araña del asiento principal. No se aceptarán diseños sin guías en el eje. No se aceptarán diseños guiados por una falda en el disco.

Disco y sello: Sólo se aceptarán discos en acero inoxidable. El sello elastomérico en el disco deberá ser del tipo aro sello ("o"-ring), de consecución estándar. No se aceptarán sellos de diseño "exclusivo" del fabricante.

Eje: Será de acero inoxidable, diseñado para soportar los esfuerzos máximos, durante la vida útil de la válvula, sin deformarse perdiendo su capacidad de guía.

Platos de ajuste del diafragma: Deberán ser lo suficientemente rígidos para no de formarse plásticamente bajo las cargas ejercidas por el diafragma, los platos deben estar libres de filos, para evitar daños al diafragma, para lo cual deben contar con radios de curvatura generosa. Podrán ser fabricados en hierro según norma ASTM A 126 o ASTM A 536 con un recubrimiento completo de pintura epóxica según la norma AWWA C550, o en acero inoxidable según la norma AISI 304.

Porta sello: Será en acero inoxidable, bronce, o hierro según la norma ASTM A 126 o ASTM A 536 protegido con pintura epóxica horneable. Tendrá como característica indispensable un gran radio de curvatura, en el área de sello, permitiendo tener un asiento caracterizado, ofreciendo restricción gradual de flujo, según la apertura de la válvula, y permitiendo operación estable a bajos flujos

Diafragma: Será de neopreno reforzado con nylon, con una dureza shore 70. El diafragma no deberá emplearse para trabajar como una superficie de asentamiento de la válvula.

Asiento: Sólo se aceptarán asientos en acero inoxidable. Este deberá ser caracterizado, ofreciendo una zona de flujo restringida que permite operación estable con bajos flujos hasta 1% del caudal nominal continuo de la válvula.

Circuito de control y accesorios: El circuito de control es el conjunto de ductos, válvulas y accesorios que permiten tomar una pequeña porción del fluido y utilizarla para controlar la presión en la cámara del diafragma. Esto se logra con una válvula piloto que varía el flujo a través del circuito según cambie la señal a controlar. En el caso de válvulas reguladoras de presión, el piloto es una válvula reductora de acción directa de 1/2".

Válvulas de bloqueo: Serán válvulas tipo esférica de 1/2", cuerpo en bronce y sellos en teflón. Su función principal será bloquear el flujo al circuito de control durante el mantenimiento del circuito.

Orificio restrictivo, filtro y drenaje: El circuito debe incorporar uno o varios elementos que cumplan los siguientes requisitos: Orificio restrictivo de flujo calibrable con aguja. Filtro con elemento Mesh 40 removible sin detener la válvula principal. Válvula para drenaje y limpieza por retro lavado de elemento filtrante (sin detener la válvula principal).

Válvula piloto reductor: Deberá ser de acción directa, tamaño nominal 1/2", 2 vías, cuerpo en bronce, asiento en bronce o en acero inoxidable, con un Cv (coeficiente de flujo al descender la presión de salida 5 PSI) no inferior a 0.95 gpm/(PSI)- 1/2. El resorte de la válvula piloto deberá poder ajustarse para dar una presión de calibración entre 10 y 70 PSI.

Válvula alimentación cámara: Esta válvula controla la rapidez de llenado y vaciado de la cámara del diafragma. Debe incorporar una aguja para regular

el flujo de entrada a la cámara (cierres válvula principal), impidiendo cierres súbitos y golpes de ariete. También deberá incorporar un cheque con bypass de la aguja para dar libre paso del agua que sale de la cámara cuando se realice la apertura válvula principal. Indicador de apertura. Las válvulas deberán incorporar un visor que indique la posición del disco respecto al asiento. No se aceptarán visores que sean susceptibles de rotura por presión o golpes accidentales. Este elemento es utilizado para verificar cierre incompleto por obstrucción del sistema obturador.

Ventosa: Las válvulas deberán incorporar una ventosa que asegure la eliminación de aire atrapado en la cámara del diafragma. Filtros en Y Filtros tipo Y, extremo brida ANSI B.16.1 Clase 125, cuerpo y tapa en hierro según norma ASTM-A-126 o ASTM-A-536. Todas las superficies de hierro deberán estar revestidas con pintura epóxica termo aplicada interna y externamente. La malla del cilindro filtrante deberá ser en acero inoxidable con diámetro mínimo de los orificios de 2 mm. Deberá tener una válvula esférica de mínimo 1" para realizar el drenaje periódico del filtro. El fabricante deberá contar con certificación ISO 9001.

Válvulas de admisión y purga de aire (ventosas): Se deberán instalar dos ventosas en cada estación reguladora, conectadas a las reducciones excéntricas pasamuros por medio de válvulas esféricas de 1". Las ventosas serán de orificio grande (1" de diámetro mínimo), permitiendo la descarga de aire durante el llenado y la admisión de aire durante el vaciado de la tubería. El cuerpo y tapa serán de hierro fundido según norma ASTM A-126-CLASE B o mejor, revestidos interna y externamente con pintura epóxica termo aplicada. El flotador deberá ser, de acero inoxidable guiado, por medio de un eje, en la tapa y el cuerpo, con labio de sellado en acero inoxidable, sellando sobre un aro sello elastomérico reemplazable sin desmontar la ventosa. La conexión será roscada NPT macho. El fabricante deberá contar con la certificación de calidad ISO 9001.

Sistema de manómetros: Dentro de la cámara deberá instalarse un sistema de manómetros, el cual estará conformado así: Dos manómetros sumergidos en glicerina tipo burdon con carátula de diámetro 2 1/2", con capacidad de lectura hasta 200 PSI y caja metálica con acople NPT de 1/4" roscado y manguera de Nylon 1/4" de presión de trabajo de 250 PSI, conectada con registros de bola al elemento reducción-pasamuro y grifo en la parte superior de la manguera para extracción del aire. Estos manómetros deberán estar dentro de una caja de lámina galvanizada de 20 x 25 x 10 centímetros, empotrada en la pared con puertaventana en lámina provista con vidrio.

Tornillería: Toda la tornillería que una los elementos de la estación deberán ser en acero inoxidable.

Sistemas para una estación reguladora de presión: La instalación de las válvulas se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante en los sitios

y condiciones indicadas en los planos. En las válvulas con extremos bridados la instalación estará precedida de la verificación de la posición correcta de las bridas de tal manera que el plano de la cara este perpendicular al eje de la tubería. El plano vertical que contiene el eje del tubo deberá pasar por el centro de la distancia que separa los dos huecos superiores; esta condición se comprobará mediante la aplicación de un nivel de burbuja de aire. Los tornillos y espárragos serán apretados uniformemente con herramientas adecuadas.

Se tendrá especial cuidado al apretar las juntas para asegurar una presión uniforme sobre el empaque, evitando que se sobrecargue uno o varios tornillos o que se deformen las bridas. Martillos o herramientas de impacto no serán permitidas.

Las uniones de los niples, tees, reducciones, bridas, codos, pasamuros y piezas especiales entre ellos o a equipos adyacentes se entienden incluidas dentro del montaje de cada elemento y no darán lugar a pago por separado. Se deberá prestar especial cuidado durante el desempaque, para que los equipos o sus componentes no sufran ningún daño.

Para aquellos equipos o partes que no sean instaladas inmediatamente, se deberá evitar causar daños o deterioro del empaque. Los dispositivos de protección de roscas y/o de conexiones no podrán ser retirados sino sólo hasta que la conexión esté lista para efectuarse.

Todas las superficies que hayan sido cubiertas con aceite o grasa anti-herrumbe u otro compuesto de protección deberán limpiarse adecuadamente. No se permitirá el uso de gasolina para este fin.

- D. Materiales:** Válvula de regulación de diámetro variable 4", 6", 8", 10", empaques y demás materiales para su correcta instalación. Caja de inspección
- A. Forma de pago:** La medida de pago es la unidad [UND]. Incluirá el suministro de materiales, mano de obra para instalación, equipos, transportes, seguros, vigilancia, trámites e impuestos de aduana y nacionalización y demás actividades necesarias para el suministro, instalación y correcto funcionamiento de las válvulas y accesorios de este ítem.

6.25. HIDRANTE DE 3", INCLUYE ACCESORIOS DE CONEXIÓN Y ESTRUCTURA DE SOPORTE

- A. Unidad de medida:** Unidad [UND]
- B. Alcance:** Esta especificación tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para el suministro, transporte, instalación y correcto funcionamiento de los hidrantes. Los hidrantes ocupan un lugar

especial dentro de los accesorios de la red de distribución, debido a sus diferentes usos. Además de su función original de protección contra incendios, son usados para otros procedimientos de trabajo en la red y extracciones puntuales de agua para diversos propósitos. Durante los trabajos de instalación se usan los hidrantes para evacuar, drenar o aliviar presiones de tramos, para drenaje de agua de emergencia y para hacer conexiones de emergencia entre redes.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: En el sistema de acueducto se diseñan y construyen actualmente para la red de distribución secundaria líneas de derivación de hidrantes donde se requiera proporcionar un caudal considerable en caso de incendio, vaciar la tubería en caso de cortes de servicio y proporcionar un método para probar las capacidades de flujo del sistema de distribución.

Para todas las derivaciones, conexiones o empalmes a las tuberías de acueducto que se encuentren en operación y donde sea necesario el intercalado de hidrantes sin suspender el servicio, debe emplearse una Tee partida para realizar la derivación a la línea del hidrante; para la instalación e intercalado de hidrantes en redes que aún no están en servicio se debe usar una Tee común de acuerdo con el material de la tubería de la línea principal.

C.2. Disposiciones generales: Las instalaciones de hidrantes se componen de varios elementos, los cuales pueden variar en tipo, dimensión y cantidad, dependiendo de las condiciones de presión, del diámetro de la red y del material de la tubería de la red de acueducto. Se debe determinar en sus diseños cuáles instalaciones deben llevar elementos adicionales.

Los elementos mínimos necesarios para la instalación de la línea principal son los siguientes:

- Tubería
- Tee o Tee partida
- Válvula(s) de compuerta elástica
- Niples de conexión
- Conjunto hidrante: Codo, barril e hidrante
- Tuercas y tornillos o espárragos

Además, se debe contar con un equipo especial para perforar la tubería y que este permita extraer el pedazo de tubería cortado.

C.2.1. Inspección antes de la instalación

Se deben inspeccionar los hidrantes, conexiones, tuberías y válvulas antes de la instalación y verificar posibles daños durante el envío. La verificación inicial se debe realizar con base en las especificaciones técnicas respectivas.

Además, el hidrante se debe probar en ciclo completo de apertura y cierre. Luego de la inspección la válvula del hidrante deberá ser cerrada y mantener así, para evitar que material externo entre al hidrante durante la instalación.

C.2.2. Proceso de instalación

El hidrante se debe instalar totalmente vertical en el andén, alejado de obstáculos que impidan su correcto uso en caso de incendio y que al ser utilizados como descargas no ocasionen problemas a los vecinos y no interfieran los accesos a viviendas.

Los hidrantes de dos (2) boquillas laterales se deben instalar de modo que, las boquillas queden paralelas al cordón o andén, los hidrantes de tres (3) boquillas deben quedar con la boquilla mayor (4 ½”) hacia el cordón, es decir que la salida de la boquilla debe estar de cara a la calle para permitir una rápida conexión en caso de incendio y las boquillas laterales deben estar a la altura necesaria para permitir la conexión de mangueras y el funcionamiento de la llave del hidrante, además deben ser muy visibles tanto de día como de noche y sin obstrucciones en todo momento.

De acuerdo con la capacidad de descarga requerida, el hidrante debe tener un recubrimiento en el cuerpo superior en el color definido según el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, en la siguiente tabla:

Color del hidrante	Capacidad de descarga (l/s)
Rojo	Hasta 32 l/s
Amarillo	Entre 32 l/s y 63 l/s
Verde	Mayores a 63 l/s

C.2.3. Instalación de la Tee o Tee partida sobre la tubería

Cuando se requiera realizar el intercalado de hidrantes y las tuberías de acueducto se encuentren en operación, pero por las condiciones de la zona no se pueda suspender el servicio por periodos prolongados de tiempo; debe emplearse una Tee partida y cuando se trate de una instalación en una red nueva que aún no está en servicio, debe hacerse con una Tee.

La tee o tee partida se debe colocar de forma horizontal y totalmente nivelada con el terreno. La tee puede ser bridada de junta rápida de acuerdo con el material de transición y debe tener la salida del mismo diámetro del hidrante

C.2.4. Instalación de válvula de aislamiento y construcción de caja

La válvula de aislamiento debe ser una válvula de compuerta elástica del mismo diámetro del hidrante, que se debe instalar en el ramal que quede libre de la tee partida, según las dimensiones y recomendaciones de diseño. La válvula se debe proteger por medio de una caja siguiendo las indicaciones de para la construcción de una válvula de aislamiento.

Esta válvula debe quedar ubicada a máximo 1,5 m del hidrante, ya que es la que permite la apertura y el cierre del paso de agua del hidrante, la tapa de la caja debe ser visible y accesible tanto para el personal de bomberos como el personal de operación y mantenimiento; esta tapa debe ser metálica y tener el mismo color del hidrante para facilitar su ubicación. Salvo en casos que la tapa y caja de aislamiento queden en un andén o zona verde se permite que la tapa sea polimérica. A continuación, se indican las distancias mínimas requeridas.

En caso de que la válvula instalada quede a una distancia mayor a 1,50 m del hidrante, que haga difícil la labor de identificar que válvula de aislamiento corresponde al hidrante, se debe instalar una válvula de aislamiento adicional lo más cerca posible del hidrante y la válvula conectada a la Tee partida quedara enterrada como válvula de sacrificio.

- **Prueba hidrostática:** Se desmonta el tapón de la tee y se le conecta una alimentación para realizar la prueba hidrostática a los elementos ensamblados, en el espacio entre la Tee partida y la válvula de aislamiento. La presión de prueba será 250 psi; se debe sostener esta presión por un espacio mínimo de 5 minutos sin admitir despresurización. Luego se procede al desmontaje de la prueba y reinstalación del tapón.
- **Perforación:** Se hace el montaje del equipo de perforación en la brida libre de la válvula, dejando la broca de corte dentro de la válvula, la broca se debe escoger de acuerdo con el material de la tubería a perforar. Luego se procede a la perforación del tubo que está en operación, cumpliendo con las normas de seguridad establecidas por el fabricante del equipo y teniendo especial cuidado con la longitud de penetración del perforador para que no deteriore la pared del tubo, opuesta a la derivación. Después de perforar el tubo en servicio, se devuelve el equipo desplazando la broca hasta que deje libre la compuerta de la válvula. Luego se cierra la válvula y se desmonta el equipo de perforación. Se debe confirmar que el equipo extrajo el pedazo de tubo cortado.
- **Instalación del niple de transición:** Se debe instalar un niple de transición y todos los demás elementos como codos, “s” de nivelación y uniones necesarios para que la tubería quede al mismo nivel del codo del hidrante, estos elementos deben ir desde la válvula de compuerta hasta el codo del hidrante.

- **Instalación de codo, barril e hidrante:** Se debe construir un apoyo o bloque de anclaje en el codo del hidrante, según lo establecido para las redes de distribución acueducto, con el fin de dar estabilidad a los elementos y evitar que se asienten y tensionen las juntas de las bocas del hidrante. Las dimensiones de los bloques de anclaje se deben especificar en el diseño.

Se debe tener en cuenta que:

- El bloque macizo de anclaje de los accesorios debe sobresalir un mínimo de 0,10 m sobre la clave del accesorio.
- En los anclajes, las juntas de los accesorios con la tubería deben permanecer libres para facilitar labores de operación y mantenimiento, en caso de ser necesario retirar algún elemento.
- Los anclajes deben fundirse sobre terreno firme y no removido.

C.2.5. Distancias mínimas requeridas en el montaje

Los hidrantes deben instalarse cada 200 m en zonas residenciales con una densidad poblacional menor a 150 hab/ha, en zonas con una densidad poblacional superior a 150 hab/ha cada 150 m y en zonas industriales y comerciales donde haya hospitales o escuelas deben ser cada 100 m.

Los hidrantes deben quedar a una distancia mínima de 1,70 m entre la cara exterior de la tubería de la línea de conexión y el eje del hidrante. Cuando se coloquen en el andén no deben instalarse a una distancia mayor que 0,5 m del borde exterior hacia adentro.

Las boquillas del hidrante deben estar a 0,40 m del nivel del piso y las bridas deben estar a mínimo 50,8 mm (2") del suelo para permitir el desmontaje en caso de mantenimiento.

C.2.6. Excavaciones y llenos para instalación de hidrante

Antes de iniciar la instalación o intercalado del hidrante se debe realizar la excavación del nicho de investigación para saber la profundidad de la red y el material de la tubería de la red secundaria, para verificar la ubicación de otras redes que puedan interferir en la instalación, el nicho debe hacerse de ancho y largo de 0,60 m x 0,60 m y máximo hasta 1,00 m x 1,00 m, con una profundidad tal que permita obtener el máximo de información sobre el material del subsuelo, y sobre las características y el estado de las redes.

Una vez determinada la profundidad y el material de la tubería, se realiza la excavación del nicho donde se debe ubicar la tee, la tubería y el hidrante. Este nicho debe tener un ancho de entre 0,60 m y 1,00 m y debe tener una longitud mínima de 1,70 m que permita el ingreso y operación del equipo de perforación, la profundidad del nicho debe ser la profundidad a la cual se encuentra la tubería de la red secundaria más 0,20 m por debajo de la cota

batea para permitir la instalación de la tee y todos los demás elementos bridados.

Para el lleno, se debe realizar con arenilla libre de piedras y elementos agudos desde el fondo de la excavación, hasta la ubicación de los bloques de concreto o bloque prefabricado donde se apoyará la tubería de PVC, este lleno se debe compactar mediante herramienta liviana de forma tal que no afecte la válvula y la tubería; por encima de esta capa se debe realizar un relleno bien sea con material proveniente de la excavación (Siempre y cuando sea apto para tal fin) o con material granular de préstamo hasta llegar al nivel del solado de concreto donde se apoya la cara inferior del dado o cilindro de concreto, este lleno y su compactación se debe hacer en capas de entre 0,30 m y 0,40 m y debe compactarse de forma mecánica.

INTERVENTORÍA debe ser quien tome la decisión de la utilización del material de excavación para lleno de acuerdo con las condiciones en que se encuentre el material y si este cumple con los requisitos de diseño y acá especificados en el documento, de lo contrario debe realizarse con material de préstamo. Posteriormente se debe poner el cordón, vaciar la acera o instalar la zona verde.

D. Materiales: Hidrante húmedo de 3" Curva gran radio pvc 90° de 3" Tee pvc de 4" Reducción pvc de 4" - 3" Kit de nivelación para hidrante Válvula de compuerta elástica de 3", Concreto según especificación y acero de refuerzo para estructuras de soporte.

- **Hidrantes:** Los hidrantes que se instalan deben ser de 75 mm (3") de diámetro. Los hidrantes deben estar compuestos por tres cuerpos: cuerpo del hidrante (cuerpo superior), barril (cuerpo intermedio) y codo (cuerpo inferior). El tipo de conexión podrá ser bridada si la tubería de derivación hacia el hidrante es de PEAD o junta hidráulica si la tubería es de PVC, de acuerdo con el diseño específico de la red.
- **Tee:** La Tee varía según el diámetro de la tubería de la red y del diámetro de la tubería de derivación hacia el hidrante. La unión hacia el hidrante debe ser bridada cuando los niples de transición de la línea sean en PEAD o unión tipo campana cuando la línea sea en PVC. La Tee debe ser de un material compatible con el de la red. Cuando se use Tee la válvula de aislamiento se debe ubicar lo más cerca posible del hidrante y preferiblemente en el mismo andén o zona verde donde se encuentra el hidrante.
- **Tee partida:** Tee compuesta mínimo por dos partes unidas por medio de tornillos, las cuales se ajustan a la pared exterior de la tubería en operación sin afectarla en su funcionamiento, siendo la tubería de la red secundaria de cualquier tipo de material. La salida de la Tee al diámetro de la derivación es bridada o junta rápida, el cual puede ser igual o menor que el diámetro de la tubería en operación. La Tee debe estar provista de los empaques

necesarios para producir estanqueidad en el contacto con la tubería en servicio.

Cuando se utilice Tee partida es necesario la colocación de una válvula de compuerta elástica que se instala después de ésta para permitir la posterior instalación del hidrante sin suspender el servicio. Salvo en los casos en los que por las condiciones de espacio la válvula colocada después de la Tee partida, esté a una distancia mayor a 1,5 m, que el hidrante este en una vía principal y no sea posible el cierre provisional de esta o que sea difícil evidenciar donde se encuentra la tapa válvula correspondiente al hidrante, se debe instalar otra válvula de compuerta a máximo 1,5 m del hidrante que sirva de aislamiento para la apertura y cierre del hidrante, y la válvula que se instaló en la tee partida debe ser una válvula de sacrificio.

Accesorios: En la instalación del hidrante deben colocarse los accesorios que sean necesarios para que el hidrante quede saliente en su totalidad por encima del nivel del terreno.

- **Niples de transición:** Estos elementos permiten la conexión entre los elementos de la línea, como el hidrante y la válvula de compuerta. Dependiendo del tipo de material de la línea deben usarse niples de conexión bridada para PEAD o junta hidráulica para PVC.
 - **Codos:** Estos elementos se utilizan en caso de ser requeridos para aumentar el nivel de la línea de derivación que va hacia el hidrante. Normalmente se instalan dos codos a 45 o 90 grados, o una “s” de nivelación.
- E. Forma de pago:** La medida de pago es la unidad [UND]. Incluirá el suministro de materiales, mano de obra para instalación, equipos, transportes, seguros, vigilancia, trámites e impuestos de aduana y nacionalización y demás actividades necesarias para el suministro, instalación y correcto funcionamiento de los hidrantes especificados en el diseño.

7. DOMICILIARIAS

7.1. INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ACUEDUCTO 90 MM X 25 MM, CON COLLAR DE DERIVACIÓN DE PEAD PARA ACUEDUCTO. INCLUYE EXCAVACIÓN, RELLENO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 5M DE TUBERÍA PEAD, ACCESORIOS.

A. Unidad de medida: Unidad [UND]

B. Alcance: Esta especificación aplica para todos los trabajos necesarios para la construcción de acometidas en piso en las redes de distribución de

acueducto, tanto en redes nuevas como existentes que conforman la infraestructura lineal del sistema, para acometidas de 90mm x 25mm. Esta actividad incluye la excavación, lleno, suministro, transporte, e instalación de la acometida domiciliaria, incluyendo todos los materiales, accesorios y demás elementos que sean necesarios para su correcta instalación y funcionamiento en dentro del sistema. El contratista debe realizar estas actividades a través de la normativa Vigente Ras 2000 y El criterio que se debe tener para cada una de estas instalaciones en los diferentes hogares. Además, en forma general y salvo las modificaciones que defina la INTERVENTORÍA, para la ejecución de estas acometidas domiciliarias el Contratista deberá cumplir con lo especificado en la versión vigente de los planos y con todas las recomendaciones del fabricante de la tubería y accesorios. Esta actividad no contempla la instalación de centros de medición.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Las acometidas de acueducto son la derivación de la red de distribución a los diferentes clientes, por la cual llega al registro de corte que es donde inicia la infraestructura del usuario. De acuerdo con la normatividad nacional, la acometida llega hasta el registro de contención donde se encuentra la válvula de aguas abajo del medidor.

La conexión de las acometidas nuevas se podrá realizar cuando el centro de medición y la tubería de la red del usuario estén a una distancia menor a 0,50 m.

C.2. Disposiciones generales: A continuación, se describen las características y aspectos constructivos que se deben tener en cuenta durante el proceso de instalación de la acometida en piso:

- La instalación de la acometida debe ser ejecutada por personal idóneo en estos trabajos y realizadas por personas o entidades aprobadas por INTERVENTORÍA.
- No se admiten dos o más acometidas para una vivienda, ni interconexión de tuberías interiores de propiedades diferentes.
- Para la instalación de acometidas no se permite el uso de varillas, destornilladores o similares para reemplazar las herramientas definidas en el numeral de materiales de esta especificación.
- No necesariamente el diámetro de la tubería de la acometida tiene que ser igual al diámetro del medidor, pero todos los accesorios dentro del centro de medición deben tener el mismo diámetro del medidor y norma de conexión. El cambio de diámetro entre la tubería y los accesorios debe quedar dentro de la caja.

C.2.1. Instalación de acometidas

Las acometidas de diámetros de ½" y ¾" se usan para usuarios domiciliarios, bien sea de uso individual o de uso general en los casos en los que la vivienda tenga dos o más opciones de suministro de agua, con el fin de evitar una posible contaminación; o cuando internamente la propiedad tiene tanques de almacenamiento de agua, para evitar el vaciado de los mismos cuando hay una suspensión.

Las acometidas de diámetro de 1" en adelante se usa para grandes clientes, como lo son las empresas.

Diámetro nominal acometida	Diámetros tuberías y accesorios		Diámetro común medidor
1/2"	15 mm	16 mm	15 mm (1/2")
3/4"	19 mm	20 mm	19 mm (3/4")
1"	25 mm	25 mm	25 mm (1")
1 ½"	40 mm		40 mm (1 ½")
2"	50 mm		50 mm (2")
3"	75 mm	80 mm	80 mm (3")
4"	100 mm		100 mm (4")
6"	150 mm		150 mm (6")

La instalación de acometidas puede realizarse en redes nuevas o redes existentes, y la red puede estar sin servicio (seca) o con la red en servicio (caliente).

Para instalación de acometidas en redes nuevas las excavaciones deben cumplir con las especificaciones descritas en el numeral de Excavación. Para instalación de acometidas en redes existentes las excavaciones se deben hacer de acuerdo con los lineamientos descritos a continuación:

C.2.1.1 Excavación del nicho sobre la tubería principal o de distribución

En redes existentes la conexión de la acometida con la tubería de distribución debe hacerse con la excavación de un nicho de dimensiones de 1,0 m x 1,0 m. La tubería de distribución debe quedar centrada con respecto al nicho; su profundidad varía de acuerdo con la profundidad que tenga la tubería principal. Si la excavación debe aumentar o disminuir dimensiones de

acuerdo con alguna necesidad específica, debe ser consultada previamente INTERVENTORÍA.

Si el nicho está ubicado en una zona verde, se debe cortar con cuidado la parte correspondiente a la grama, con el objeto de utilizarla una vez se ejecute el lleno y la compactación de este.

C.2.1.2 Derivación de tubería de PVC

La derivación de la línea principal hacía la acometida, cambia de acuerdo con el diámetro de la tubería y al material de esta. La siguiente tabla indica la perforación máxima admisible para los diferentes diámetros de tubería de la red distribución independiente del tipo de material de esta.

En caso de que no se pueda suspender el servicio de suministro de agua en la red de acueducto, la instalación de la acometida se realizará haciendo uso de una perforadora a presión.

Diámetro tubería para derivación (Red de Distribución)	Diámetro máximo de la perforación para acometida
75 mm (3")	38 mm (1 ½")
100 mmm (4")	50 mm (2")
150 mm (6")	75 mm (3")
200 mm (8") y 250 mm (10")	100 mm (4")
3 mm y mayores	150 mm (6")

Para tubería PVC, debe utilizarse un collar de derivación PEAD (Polietileno de alta densidad), que cumpla las especificaciones técnicas entregadas por INTERVENTORÍA.

C.2.2. Instalación de tubería

La instalación de la tubería puede realizarse de forma manual subterránea o con equipo perforador subterráneo, según se indique en los planos o lo solicite INTERVENTORÍA, dependiendo de las condiciones del terreno.

- Instalación manual subterránea:** La instalación manual subterránea se hace con el fin de evitar el daño de zonas verdes, andenes, cordones o cunetas o cualquier otra estructura. La instalación se debe hacer en forma manual, realizando una excavación subterránea por debajo de las estructuras mencionadas, empleando en dicho proceso una barra metálica. Para adelantar estos trabajos se deben hacer los nichos necesarios antes y después de las estructuras a evitar.
- Instalación de tuberías con equipo perforador subterráneo:** La instalación con equipo perforador se hace con el fin de evitar el daño en vías de mucho tráfico o de muy buenas especificaciones, y en otros casos en que se estime conveniente. Para adelantar estos trabajos se deben

hacer los nichos necesarios para colocar los equipos de perforación y para hacer los empalmes, causando el menor daño posible a la vía. En ambos casos se debe tener precaución para no interferir con las redes de otros servicios como energía, teléfonos, gas, acueducto y alcantarillado.

La tubería de la acometida tiene profundidad variable, sin embargo, se debe procurar que la mayor longitud de esta tubería este a una profundidad mínima de 0,70 m (o la mínima recomendada por el fabricante), con relación al nivel de la rasante de la vía.

La tubería se debe instalar sobre una base uniforme de arenilla de 0,05 m de espesor, compactada manualmente para evitar futuros asentamientos del terreno que le produzcan esfuerzos excesivos a la tubería. Adicionalmente, se debe colocar otra capa de arenilla de 0,05 m de espesor, compactada manualmente, en la parte superior de la tubería, con el fin de protegerla contra asentamientos diferenciales que le puedan ocasionar daños o como protección en el caso de que se trate de suelos altamente corrosivos.

En los nichos se debe proteger totalmente la red de distribución y la toma, con una capa de arenilla que debe llegar hasta 0,10 m por encima de la cota clave de la tubería y de los elementos.

Se permite el uso de equipos eléctricos o neumáticos en la instalación de la acometida, siempre y cuando el equipo se ajuste a los rendimientos normales de trabajo y a los parámetros necesarios para la realización correcta de las pegas.

Las longitudes mínimas aproximadas para la instalación de acometida con collar de derivación en PEAD, serán obtenidas del diseño y dependerán del tipo de diámetro del medidor existente.

- D. Materiales:** Collar de derivación, llave de incorporación, llave de acera, llave de contención, niples de tubería en material requerido, válvula de cheque (en caso de ser necesaria), adaptadores macho, acero de refuerzo y concreto de 3500Psi.
- E. Forma de pago:** El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por INTERVENTORÍA.

8. PAVIMENTO RÍGIDO

8.1. PAVIMENTO RÍGIDO DE 3500 PSI. ESP: 0,15 M

A. Unidad de medida: Metro cúbico [m³]

B. Alcance: Esta especificación aplica a la construcción de un pavimento de concreto hidráulico simple o reforzado; y consiste en el suministro, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico con espesor de 0,15m en las brechas generadas para la instalación del sistema de acueducto. Esta actividad incluye el acabado, curado y demás actividades para garantizar la correcta construcción y puesta en servicio del pavimento de concreto hidráulico reforzado, de acuerdo con los lineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Se debe poner al servicio el equipo necesario para manejar los materiales y mezclas y ejecutar todas las partes del pavimento de concreto hidráulico. El pavimento de concreto hidráulico de debe elaborar a conformidad de la norma INVIAS en su capítulo 5 y siguiendo las normas NTC respectivas para concretos. Si el diseño específico del proyecto requiere de refuerzo, se debe cumplir con lo estipulado en los diseños y el acero de refuerzo debe ser aprobado por INTERVENTORÍA de acuerdo con sus especificaciones técnicas.

C.2. Disposiciones generales:

C.2.1. Diseño de mezcla

El concreto se compondrá de una mezcla homogénea de cemento portland, agua, agregados finos, gruesos y los aditivos autorizados en las proporciones determinadas que se indican más adelante, para producir una mezcla que tenga la resistencia y plasticidad requeridas.

EL CONTRATISTA deberá entregar un diseño de mezcla de concreto hidráulico de 3500Psi, haciendo uso de los materiales certificados de la zona. Dicho diseño será aprobado por INTERVENTORÍA.

- **Plasticidad y asentamiento:** La mezcla debe tener una plasticidad que permita su apropiada consolidación en las esquinas, ángulos de las formaletas y alrededor del acero de refuerzo con los métodos de colocación y compactación utilizados en el trabajo, pero sin que ocurra segregación de los materiales ni demasiada exudación de agua en la superficie.

Salvo autorización distinta del supervisor, el concreto debe proporcionarse y producirse de modo que tenga un asentamiento comprendido entre 40 y 100 mm de acuerdo con la designación C-143 de la ASTM. Para cada parte de las estructuras el asentamiento será el mínimo con que pueda consolidarse apropiadamente el concreto por vibración.

- **Determinación de las proporciones:** Una vez aprobados los materiales propuestos por EL CONTRATISTA, éste hará por su cuenta y bajo su total responsabilidad el diseño de la mezcla o mezclas a utilizar en la obra y determinará las proporciones de los materiales componentes de las mismas. Por lo menos con 30 días de anticipación a la fecha programada para iniciar los vaciados, EL CONTRATISTA informará la fuente de agregados a utilizar y suministrará los diseños de mezcla a INTERVENTORÍA para su aprobación, junto con los análisis de Agua y Agregados áridos según lo estipulado en la norma NTC. Una vez aprobado el diseño de la mezcla, sus componentes y proporciones no podrán ser variados sin previa autorización de INTERVENTORÍA. Todos los materiales que se utilicen para fabricación del concreto deben mezclarse mecánicamente y se dosificarán por peso, previa aprobación expresa de INTERVENTORÍA y certificación del laboratorio.

C.2.1. Selección de materiales

Agregados: Todos los materiales deben ser suministrados por EL CONTRATISTA y requerirán la aprobación previa de INTERVENTORÍA. Durante la ejecución de los trabajos, EL CONTRATISTA debe suministrar al INTERVENTOR las muestras que éste solicite tanto de los materiales como de la mezcla de concreto producida, para verificar que la calidad de estos sea adecuada y que cumplen las especificaciones. Todas las muestras deben ser tomadas bajo la supervisión de INTERVENTORÍA. Los ensayos requeridos serán por cuenta del CONTRATISTA. La fuente de los materiales o los proveedores debe poseer permiso ambiental y minero, expedido por la Autoridad respectiva. Adicionalmente copia de este permiso debe ser entregado a INTERVENTORÍA, previo al inicio de obras.

Cemento: En zonas de suelos normales con PH mayor de 5 y poca presencia de sulfatos el cemento que se usará será Pórtland tipo I y en zonas de suelos agresivos con PH menor o igual a 5, y alta concentración de sulfatos, Portland tipo V, tanto para obras varias (concreta clase 3) como para cimentaciones (concretos clase 1 y/o 2). EL CONTRATISTA proveerá espacios adecuados para almacenar el cemento y protegerlo contra la humedad. El cemento debe almacenarse en sitios cubiertos y sobre plataformas de madera o en silos a granel previa autorización del supervisor.

No podrá utilizarse el cemento que haya sido almacenado por más de 2 meses, el que por cualquier circunstancia haya fraguado parcialmente o que

contenga terrones de cemento aglutinado o el cemento recuperado de sacos rechazados, así como tampoco el cemento de diferente marca al utilizado en el diseño de mezcla aprobado por INTERVENTORÍA.

Será obligación del CONTRATISTA presentar junto con los diseños de mezclas, resultados de los ensayos físicos y químicos del cemento que empleará en la elaboración de los concretos en todo el transcurso de la obra.

Aditivos: Los aditivos para el concreto sólo podrán usarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y con aprobación escrita de INTERVENTORÍA. Su costo debe quedar involucrado en el costo de esta actividad, sea que su utilización esté especificada o haya sido propuesta por EL CONTRATISTA para su propia conveniencia, de acuerdo con métodos de construcción a emplear en la obra.

Acero de refuerzo: El diámetro y espaciamiento de las barras de acero de refuerzo en cada dirección para el pavimento rígido, debe ser el establecido en el diseño estructural y en los planos. En cualquier caso, se debe cumplir con las cuantías mínimas exigidas por la norma NSR-10.

Las barras o en el caso de mallas electrosoldadas, se deben fijar firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando el concreto, si es necesario se pueden apoyar sobre tacos de concreto que tengan una altura igual a la del recubrimiento y una resistencia mayor o igual a la del concreto en el pavimento rígido. Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya. EL CONTRATISTA deberá seguir las recomendaciones del fabricante y entregar a INTERVENTORÍA las especificaciones del fabricante del acero de refuerzo. El material será aprobado por INTERVENTORÍA previo a su instalación.

Agua: Toda el agua usada en la mezcla y el curado del concreto debe estar limpia y libre de aceites, sales, ácidos, materia orgánica, sedimentos, lodo o cualquier otra sustancia perjudicial a la calidad, resistencia y durabilidad del concreto. No se permite el uso de fuentes de agua no autorizadas por la Autoridad Ambiental. El agua debe ser suministrada por acueductos regionales o transportada a los sitios de trabajo. Adicionalmente copia de facturas por suministro de agua debe ser entregada a INTERVENTORÍA.

C.2.1. Preparación del concreto

Los componentes de la mezcla se medirán por peso o por volumen, de acuerdo con las proporciones indicadas en el diseño de la mezcla aprobado por INTERVENTORÍA. Los dispositivos que se utilicen para medir los materiales requerirán la aprobación de INTERVENTORÍA y todas las operaciones de dosificación y mezclado deben ejecutarse bajo su supervisión. El agua podrá medirse por volumen y el cemento por sacos de 50 kg. Al dosificar los agregados debe tenerse en cuenta la humedad libre de

éstos, la cual debe determinarse en forma apropiada y deducirse de la cantidad de agua a incorporar en la mezcla.

No podrán utilizarse materiales de fuentes distintas o de características diferentes de las de los materiales previamente aprobados, sin que antes el supervisor haya autorizado la utilización de tales materiales y el diseño correspondiente de la mezcla.

La producción y el suministro de la mezcla en la obra deben efectuarse en forma continua de manera que no se interrumpa el proceso de colocación del concreto. Las mezcladoras deben poseer certificados de mantenimiento preventivo y operarse a la capacidad y con el número de revoluciones por minuto (rpm) especificadas por el fabricante. En ningún caso podrá mezclarse el concreto manualmente salvo expresa autorización de INTERVENTORÍA. El tiempo de mezclado será el mínimo necesario para obtener una mezcla homogénea, pero no será menor de 90 seg para mezcladoras de una capacidad de medio metro cúbico o menor, el tiempo mínimo de mezclado se aumentará en 30 seg para cada metro cúbico o fracción adicional de capacidad de la mezcladora.

El contenido de la mezcladora debe descargarse totalmente antes de introducir los materiales de la cochada siguiente. Después de una interrupción en el uso de la mezcladora, el interior de su tambor debe limpiarse completamente.

C.2.1. Colocación del concreto

Se deberá presentar a INTERVENTORÍA los ensayos de laboratorio indicados en la norma INVIAS en su capítulo 5 para la aprobación de inicio de las actividades de construcción.

Para definir el equipo de construcción del pavimento, se debe tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la logística de producción, transporte y colocación, y las condiciones del proyecto, tales como perfil de la vía y el espacio disponible. La selección del equipo más adecuado en términos de calidad y rendimiento debe considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Perfil especificado para la vía
- Ancho de la zanja
- Ancho de fundida
- Espesor de pavimento
- Condiciones del entorno
- Requerimientos adicionales por parte del MUNICIPIO o INTERVENTORÍA

Todo el equipo debe ser situado en el sitio de los trabajos con anticipación suficiente al inicio de las operaciones de pavimentación, con el fin de que

INTERVENTORÍA lo pueda revisar con todo detalle y aprobar su utilización. En todos los casos, el equipo se debe ajustar a lo dispuesto en la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad, de salud y de transporte.

La construcción se debe realizar a conformidad de la norma INVIAS en su capítulo 5, siendo ésta el ente rector para la aceptación del pavimento por parte de INTERVENTORÍA.

Asimismo, se debe garantizar la construcción de juntas de construcción cuando así se requiera debido a la presencia de concretos existentes (Se denomina junta de construcción a la unión que se hace entre un concreto fresco y otro que ha fraguado).

D. Materiales: Concreto de 3500psi, Antisol Rojo, Acero de refuerzo según diseño, Aditivos Adherente, Formaletería provisional y materiales para encofrado.

E. Pruebas y ensayos: Durante la ejecución de los trabajos, tanto INTERVENTORÍA como EL CONTRATISTA, deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo empleado.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos por la norma INVIAS en su versión vigente.
- Verificar que se tomen núcleos, cilindros o briquetas de concreto de acuerdo con lo establecido en la norma INVIAS para determinar el espesor del pavimento, su densidad y su resistencia a compresión, cuando corresponda:

Antes de iniciar la colocación del concreto y durante la ejecución de los trabajos, INTERVENTORÍA ordenará la elaboración de muestras de concreto para la realización de ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento. Cada muestra para ensayos de resistencia se tomará al azar, en cilindros de 150 mm (6 in) de diámetro y 300 mm (12 in) de altura. De cada muestra para ensayos de resistencia se moldearán por lo menos 6 cilindros, 3 para ensayo a los 28 días y 3 para ensayo a los 7 días. Se tomará una muestra por cada 10 m³ de concreto, pero no menos de una por cada torre o día de vaciado.

Los cilindros y briquetas para ensayo se curarán en la obra y en las mismas condiciones que el concreto colocado, para lo cual el agua a utilizar en los tanques de curado debe estar limpia y libre de aceites, sales, ácidos, materia orgánica, sedimentos, lodo o cualquier otra sustancia perjudicial a la calidad, resistencia y durabilidad del concreto. No se permite el uso de fuentes de agua no autorizadas por la Autoridad Ambiental. El agua debe ser suministrada por acueductos regionales o transportada a los sitios de trabajo. Adicionalmente copia de facturas por suministro de agua debe ser

entregada a INTERVENTORÍA

INTERVENTORÍA exigirá parcial o totalmente al CONTRATISTA, la presentación de los análisis químicos que se listan a continuación para el agua que utilizará en la elaboración de los concretos durante todo el transcurso de la obra.

- a) Sulfato (máximo permitido 600 p.p.m.).
- b) Cloruros (máximo permitido 1000 p.p.m.).
- c) Oxido de magnesio (máximo permitido 150 p.p.m.).
- d) Materia orgánica (máxima permitida 10 p.p.m.).
- e) Sólidos totales en solución (máximo permitido 1500 p.p.m.).
- f) pH (entre 5.5 y 8).

En los cilindros y briquetas para ensayo, el asentamiento de la mezcla de concreto se determinará por cada muestra que se tome para ensayos de resistencia y siempre que la consistencia de la mezcla varíe visiblemente. Correrá por cuenta del CONTRATISTA la toma de las muestras, la preparación y curado de los cilindros y todos los ensayos de laboratorio necesarios tanto para el diseño de las mezclas como para la verificación de la resistencia y el asentamiento.

- Observar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto a la elaboración y el manejo de los agregados, así como en cuanto a la producción, transporte, colocación, vibrado, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas de concreto que constituyen el pavimento.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla según la norma INVIAS en su capítulo 5.
- Verificar la resistencia a la compresión para el concreto con el cual se construye el pavimento.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y de la mezcla de concreto, durante el período de ejecución de las obras.
- Verificar permanentemente el asentamiento y el contenido de aire de la mezcla.

- Realizar medidas para levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la regularidad de la superficie del pavimento terminado.

F. Forma de pago: El pago se hará por metro cúbico [m³], según lo estipulado en el contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por INTERVENTORÍA

8.2. JUNTAS DE DILATACIÓN

A. Unidad de medida: metro lineal [m]

B. Alcance: Esta especificación tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para la realización de las actividades de juntas de dilatación tanto en la construcción de pavimento rígido para vías como en la construcción y reconstrucción de andenes en concreto hidráulico.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Las juntas de dilatación hacen parte del proceso constructivo de elementos estructurales y no estructurales de concreto, los cuales para el objeto del proyecto corresponden a pavimento rígido y andenes en concreto hidráulico. Estas juntas de dilatación evitan el agrietamiento superficial de las estructuras de concreto debido a variaciones en temperatura que generan la dilatación o contracción del concreto. La actividad de juntas de dilatación consiste en el suministro, transporte y construcción de juntas de acuerdo con las especificaciones de diseño suministradas por EL CONTRATISTA.

C.2. Disposiciones generales: Para la ejecución de las juntas en fresco en el pavimento rígido, se empleará un equipo con cuchillas vibrantes o podrán emplearse dispositivos para la inserción de tiras continuas de plástico según especificación de diseño. Si las juntas se ejecutan sobre el concreto endurecido, se emplearán sierras, en lo relacionado con el material, espesor y diámetro. El número necesario de sierras se determinará mediante ensayos de velocidad de corte del concreto empleado en la construcción del pavimento o según lo defina EL CONTRATISTA con previa aprobación de INTERVENTORÍA. El material sellante para la parte superior de las juntas del pavimento deberá asegurar la estanqueidad de estas y ser resistente a la agresión de agentes externos, para lo cual deberá permanecer adherido a los bordes de las losas lo cual se utilizará Sello de Poliuretano de alto desempeño y cordón de espuma.

Para el caso de andenes, las juntas de dilatación deben estar espaciadas máximo cada 2,0 m, y se pueden realizar utilizando biseles metálicos, de aluminio o poliméricos, con un espesor de 15 mm, y una profundidad de 50 mm; si los biseles son metálicos, deberán ser galvanizados en caliente según la Norma NTC 2076, y deben llevar una capa de pintura anticorrosiva. Es posible también ejecutar un vaciado continuo (en franja) del andén y cortar las juntas de dilatación con una posterioridad no mayor a 18 horas después del vaciado, conservando la misma profundidad descrita anteriormente.

D. Materiales: Sello de poliuretano de alto desempeño, cordón de espuma, biseles metálicos, aluminio o polímeros de 15mmx50mm.

E. Forma de pago: El pago se hará a en metro lineal [ml] según lo estipulado en el contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por INTERVENTORÍA.

8.3. CONCRETO DE 3000 PSI PARA ANDENES. ESP: 0,07 CM

A. Unidad de medida: Metro cúbico [m³]

B. Alcance: Esta especificación es aplicable para la construcción o reconstrucción de andenes en las zonas donde se haya realizado intervenciones a redes de acueducto. Las actividades incluyen el suministro, transporte, colocación, vibrado, acabado, curado y demás actividades para garantizar la correcta construcción y puesta en servicio de los andenes en concreto hidráulico de 3000Psi simple o reforzado, de acuerdo con los lineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

C. Requisitos técnicos

C.1. Descripción general: Los andenes corresponden a la porción del espacio público, destinada a la permanencia o circulación de peatones, con ocasional cruce de vehículos para acceso a los predios.

C.2. Disposiciones generales: Los andenes se deben construir o reconstruir dependiendo el caso, con las dimensiones, el alineamiento, y en los sitios mostrados en los planos o donde lo señale INTERVENTORÍA, sin embargo, para el caso de construcción de nuevos andenes se debe tener como referencia un ancho mínimo de 1,50 m para la franja de circulación de los peatones. Dicho ancho debe ser mayor, a medida que aumente la jerarquía de la vía y el flujo vehicular y peatonal. Los andenes nuevos deben incluir un sistema de accesibilidad para personas con limitaciones visuales, como rebajes, rampas, líneas guías, franjas alertas y líneas demarcadoras.

Cuando sea necesario demoler y reconstruir andenes, estos se deben reconstruir con material nuevo de tipo concreto de 3000Psi simple o reforzado, según se requiera, buscando que la parte reconstruida guarde uniformidad con el área del andén no afectada por la obra (es decir, sin sobresaltos ni pendientes que puedan generar accidente a los peatones). Para la demolición de los andenes, se debe proceder de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones, en el numeral de Demolición de placa de pavimento rígido en andenes.

C.2.1. Vaciado del concreto para reconstrucción de andenes

Sobre el entresuelo se debe colocar una capa de concreto de 70 mm de espesor, con resistencia de 3000Psi o de acuerdo con lo indicado en los planos. Las dimensiones estándar como el espesor del andén podrán variar de acuerdo con las particularidades del proyecto, por lo tanto, se requiere previa aprobación de INTERVENTORÍA para el inicio de la actividad. El acabado se debe hacer utilizando paleta de madera hasta que presente una superficie uniforme con una textura antideslizante realizando un barrido con escoba.

Los andenes que requieran refuerzo se deben construir como se indique en los planos del proyecto y de acuerdo con los diseños especificados en los mismos. Todos los concretos y refuerzos deben cumplir las normas NTC respectivas.

Para el acero de refuerzo, el diámetro y espaciamiento de las barras de acero de refuerzo en cada dirección para el pavimento rígido, debe ser el establecido en el diseño estructural y en los planos. En cualquier caso, se debe cumplir con las cuantías mínimas exigidas por la norma NSR-10. Las barras o en el caso de mallas electrosoldadas, se deben fijar firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando el concreto, si es necesario se pueden apoyar sobre tacos de concreto que tengan una altura igual a la del recubrimiento y una resistencia mayor o igual a la del concreto en el pavimento rígido. Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya. EL CONTRATISTA deberá seguir las recomendaciones del fabricante y entregar a INTERVENTORÍA las especificaciones del fabricante del acero de refuerzo. El material será aprobado por INTERVENTORÍA previo a su instalación.

Cuando se trate de reconstrucción, el acabado debe ser similar al del andén original. Se debe limpiar la superficie y cercarla preservándola del tráfico mínimo 3 días después de vaciado, hasta que se garantice su resistencia.

D. Materiales: Concreto 3000Psi, Aditivos Adherentes, Malla electrosoldada cuando se requiera.

E. Pruebas y ensayos: Se deben realizar los ensayos correspondientes a calidad del concreto, de acuerdo con lo establecido en las normas NTC respectivas. INTERVENTORÍA debe llevar adicionalmente los controles realizados tales como:

- El alineamiento
- Acabado superficial
- Pendientes de diseño
- El sistema de fundación o estructura del andén
- Ensayos de resistencia del concreto

G. Forma de pago: El pago se hará por metro cúbico [m³], según lo estipulado en el contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por INTERVENTORÍA. El precio unitario incluye todos los costos asociados a los equipos, materiales, herramientas, transporte mano de obra y demás que sean necesarios para realizar en su totalidad estos trabajos de construcción y reconstrucción de andenes.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

0. DISEÑOS		
0.1	AJUSTE GENERAL DE DISEÑOS, INCLUYE TRABAJO EN CAMPO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICO, DISEÑOS HIDRÁULICOS, GEOTÉCNICOS, ESTRUCTURALES Y OTROS QUE SE REQUIERAN.	Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM E.S.P
1. PRELIMINARES		
1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON EQUIPO DE TOPOGRAFÍA PARA TUBERÍAS (ml)	EPM: NC_MN_OC01_01
2. DEMOLICIONES		
2.1	DEMOLICIÓN DE PLACA DE PAVIMENTO RÍGIDO INCLUYE TRANSPORTE	EPM: NC_MN_OC02_01
2.2	DEMOLICIÓN DE PLACA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN ANDENES INCLUYE TRANSPORTE	EPM: NC_MN_OC02_01
3. EXCAVACIONES		
3.1	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN. INCLUYE CARGUE Y RETIRO.	EPM: NC-MN-OC03-01
4. RELLENOS		
4.1	RELLENO CON ARENA , COMPACTADA AL 70% DE LA DENSIDAD RELATIVA	EPM: NC_MN_OC04_01
4.2	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.	EPM: NC_MN_OC04_01
4.3	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA TIPO SUBBASE EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.	EPM: NC_MN_OC04_01
4.4	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO DEL SITIO EXTENDIDO Y COMPACTADO AL 95% P.M.	EPM: NC_MN_OC04_01
5. RED DE DISTRIBUCIÓN		
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE. 21 DE 3" DE AGUA POTABLE	EPM: NC-AS-IL01-34 ; NC_AS_IL01_31
5.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE. 21 DE 4" DE AGUA POTABLE	
5.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE. 21 DE 6" DE AGUA POTABLE	
5.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE. 21 DE 8" DE AGUA POTABLE	
5.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE. 21 DE 10" DE AGUA POTABLE	
6. ACCESORIOS		
6.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE 10" PVC	EPM: ET-AS-ME02-03
6.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE 8" PVC	
6.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE 6" PVC	

6.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE 4" PVC	
6.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE 3" PVC	
6.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO DE 10" PVC	EPM: ET-AS-ME02-03
6.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO DE 6" PVC	
6.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO DE 4" PVC	
6.9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO DE 3" PVC	
6.1 0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CRUCETA DE 6" PVC	EPM: ET-AS-ME02-03
6.1 1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CRUCETA DE 4" PVC	
6.1 2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CRUCETA DE 3" PVC	
6.1 3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPÓN DE 4" PVC	EPM: NC_AS_IL01_42 ; NC_AS_IL01_43
6.1 4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPÓN DE 3" PVC	
6.1 5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES DE 10" A 8" PVC	EPM: ET-AS-ME02-03
6.1 6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES DE 8" A 6" PVC	
6.1 7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES DE 6" A 4" PVC	
6.1 8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES DE 6" A 3" PVC	
6.1 9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIONES DE 4" A 3" PVC	
6. COMPUERTAS E HIDRANTES		
6.2 0	VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 3", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN.	EPM: NC_AS_IL01_03_ERP
6.2 1	VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 4", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN.	
6.2 2	VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 6", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN.	
6.2 3	VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 8", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN.	
6.2 4	VÁLVULA DE REGULACIÓN DE COMPUERTA DE 10", INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN.	
6.2 5	HIDRANTE DE 3", INCLUYE ACCESORIOS DE CONEXIÓN Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	EPM: NC-AS-IL01-18
7. DOMICILIARIAS		
7.1	INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ACUEDUCTO 90 MM X 25 MM, CON COLLAR DE DERIVACIÓN DE PEAD PARA ACUEDUCTO. INCLUYE EXCAVACIÓN, RELLENO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 5M DE TUBERÍA PEAD, ACCESORIOS.	EPM: NC-AS-IL01-20
8. PAVIMENTO RÍGIDO		

8.1	PAVIMENTO RÍGIDO DE 3500 PSI ESP: 0,15 M	EPM: NC-MN-OC05-05
8.2	JUNTAS DE DILATACIÓN	EPM: NC-MN-OC05-05; NC-MN-OC08-03
8.3	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ANDENES ESP: 0,07 CM	EPM: NC-MN-OC08-03